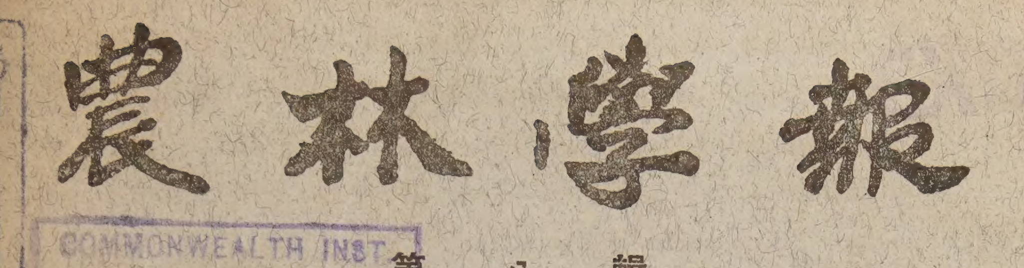


農林學報

第八輯

JOURNAL OF AGRICULTURE & FORESTRY

VOL. 8

目錄

臺灣省立農學院出版委員會編印

中華民國四十八年十二月出版

Published by
Taiwan Provincial College of Agriculture
Taichung, Taiwan, China
December, 1959

大豆在臺灣之育種學的研究

Studies on Breeding of Soyabean in Taiwan

盧　英　權

(一) 序　言

現在臺灣栽培之大豆品種，雖有數個，但皆未臻理想。例如引進品種中之三國 (144) 爲强感光性，春播時則結實劣，夏播時收量雖高，但乏安定性，且生育日數亦較長，似有影響與其他作物輪作之嫌；品種十石 (127) 生育期短，品質雖優，但收量亦不穩定；品種百美豆 (Palmetto) (203) 在春播與夏播時雖能得到相當收量，仍距理想尙遠。而臺灣在來品種中之青皮豆、珠仔豆、烏豆等，種實收量及品質均低劣，鮮有經濟價值。因此如欲奠定大豆之生產基礎，應在大豆育種工作領域中如何謀求生產力高，適應性强及生產安定之大豆品種，誠爲大豆品質改良上必要措施，亦即於本省自然環境條件下須從事於育成感光性低、春播、夏播及秋播 (冬作) 適應性之品種，乃目前迫切之工作。

筆者自1955年迄今，曾從事臺灣在來種之純系分離，與大豆雜交技術試驗，以及雜種集團之育種學的研究，並曾在此等試驗研究中自實驗圃場中獲得適應於臺中地區之優良系統甚多，並瞭解此等系統均具有適應于各不同季節之播種期，以及對於環境爲鈍感性等之特性。

就本年 (1960) 春季在臺北、臺中、高雄、臺東、花蓮、宜蘭等地方所行之地區觀察試驗中獲知此等系統均具有生育期短，品質良，產量較引進品種及在來種高且安定之優點，認爲此類系統將來頗能發展成爲有栽培價值之優良品系之希望。

本試驗承中國農村復興委員會賜予補助，並蒙植物生產組張組長憲秋及鄭博士仲孚二位先生之指導與協助深致謝忱。復承本院岡彥一教授在百忙中賜予指正，以及高國楠助教與蔡國海君在工作期中予以甚多協助，併表致謝。

(二) 材料及方法

本試驗在臺灣省立農學院農場 (臺中市) 實施，供交配用之品種爲日本，美國所引進品種及臺灣在來品種等。其雜交組合以感光性品種 (夏播型或臺灣在來種) ×弱感光性品種 (春播型) 爲主，而以由任一方之親本選用品質優良之子實充任之。

雜種後代之繁殖係採用集團育種法 (Ramsch法) ，至 F_4 代止均行集團的繁殖，自 F_5 代逐次分離選出各系統 。 其各世代之生育日數過長或過短者均予以淘汰 ， 各世代集團之育成均在3,000 個體以上，同時另栽培父母本以資比較。個體選拔係根據圃場調查，並輔以生育日數。系統之選拔則根據圃場之選定及收量測定值之平均值而決定者。

栽培方法與筆者在過去所發表者相同 (1954) (1956) (1957) 。所異者僅在行雜交後以細金屬絲 (長約 1.5寸) ，作一小圈 (較花蕾略大，過大則易脫落) 套於花柄，或以線套繫之。然後每株掛一總牌 (金屬牌) ，並作雙親名，株號、交配數、交配日期，時間等逐項記載於記錄簿，以備查核整理之用。

(三) 觀察結果

1. 臺灣在來種之純系分離

臺灣在來種青皮豆、烏豆、珠仔豆、白豆等從來均以綠肥爲目的而栽植之，一般在春季播種

時稔實不良或不稔實，但在8～9月播種則可得到子實之收穫。玆爲瞭解純系分離在子實生產及品質改良上其效果究竟達到何種程度起見，以及期望能從純系中獲得交配材料爲目的，乃實施如次之試驗。

關於純系分離之材料係由臺北、苗栗、臺中、南投、雲林、嘉義、臺南、高雄及臺東等縣所採集之60集團農家栽培品種。原則上由農家所栽培之一區中，採取20株，以個體分別採種之，一株栽培一列（50～100株），並在1956年夏季（8月16日）播種，各品種之個體數爲 300～1,000。但未行系統選拔僅就各集團經鑑別選出優良個體約50株以供播種。

使用上述夏播試驗所選拔之個體，繼續繁殖第二代系統。在1957年春季（2月26日播種）乃行比較試驗。即由各集團選拔20系統，各系統栽植20株。其結果在春季播種者大部分之系統多未能達到正常之開花與結實，極少部分（約5％）已達正常之開花結實。就能收穫之系統，經調查後其系統間一株粒重之分佈情形。則如第1表所示：

第1表：　純系分離第二代系統在春播之收量（系統平均値）分佈

品種	來源	6	8	10	12	14	16	18	20	22	系統數	對全系統之%
424（靑皮豆）	里港				4	3	9	3		1	20	1.66
432（白　豆）	車城				1	5	4	2	1		13	1.08
433（白珠豆）	鹽水鎭			3	6						9	0.75
435（靑皮豆）	佳里		4		5		1				10	0.83
436（靑皮豆）	佳里	1		5	1		2				9	0.75
合計		1	4	8	17	8	16	5	1	1	61	5.07

就第1表得知春季播種者大部分之系統不能獲得子實之收穫，因而在同年9月17日使用相同種子再行同樣方式之播種，繼續進行系統試驗。同時並調查其生育日數，一株總重及一株粒重（收量）等之系統間變異其結果如第2表：

第2表：　純系分離第二代系統之生育日數，一株總重及一株粒重之變異

生育日數	40日	45日	50日	55日	60日						系統數
	40	10	13	32	3						98
一株總重	10 g	20 g	30 g	40 g	50 g	60 g	70 g	80 g	90 g	100g	
	7	32	28	13	9	5	2	1		1	98
一株粒重	0 g	5 g	10 g	15 g	20 g	25 g	30 g				
	4	42	33	12	4	1	2				98

由第2表得知分離系統之相互間有顯著之差異，如一株粒重之系統間變異，經判明後均達1～30g之差異。

由于1957年收量之調查結果後，各系統選拔出2～10優良系統（第三代），復在1958年秋季(10月2日播種）以二次重複，續行生產比較試驗，其結果如第3表：

第3表： 純系分離第3代系統間收量之變異

品種	未選拔集團一株之收量 (g)	未選拔集團以100時之收量指數																系統數
		40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	360	380	
412	2.0	1	1			1			1				1				1	6
421	2.9				1		1											2
423	1.3						1					1						2
424	1.0		1	1	1				1									4
425	2.0			1	1						1							3
428	4.5	1	1		1													3
431	0.9		1	1	2		3	1	2									10
432	0.7						4	1	2	1	2			1				11
435	1.0		1	2	1	2	1		1			1						9
436	0.9						2				2	2			1	1	1	9

本試驗之播種期對于子實生產而言似有過遲之嫌，因1958年秋季氣溫較歷年爲低，致使收量有顯著之減低。茲就第3表之結果其信賴度雖不高，但由上述之純系分離試驗結果觀之，可見在來品種中應有相當變異存在，即向來專爲綠肥栽培用之集團中，當可分離出具有某種程度之子實生產力之系統。筆者以獲得綠肥與子實兼用品種爲目標，就由在來品種中所分離出之系統，繼續實施生產試驗。唯爲求得育成子實生產較高之優良品種，認爲僅依賴由在來種之純系分離以達到目的者其希望不大。因此就此方面之大豆育種以採用雜交育種爲理想的捷徑。

2. 交配法之研究

大豆之除雄，因花小且藥爲花瓣所包被，故交配較爲困難。鑑于交配技術方面之經驗，如開花之時間，花粉之成熟時間，花粉之壽命等之選擇及觀察，臺灣一向甚少實施，致無交配經驗可遵循，玆爲明瞭交配方法計，乃從事如次所述之有關交配技術方面之二三試驗：

爲闡明開藥之時間，經由上午6時起至9時止所作之觀查結果，如第4表所示：

第4表： 花藥之裂開時刻 (1956年3月30日)

品種	(5) 農院一號				(127) 十石				(211) otootan			
觀察時間(時、分)	6.15	7.15	8.15	9.15	6.05	7.05	8.05	9.05	5.55	6.55	7.55	8.55
觀察數	12	12	12	12	12	12	12	12	12	7	8	12
開花數*	0	0	4	11	0	0	9	11	0	0	2	9
開藥數	0	0	6	12	0	4	12	12	0	0	4	12
未開藥數	12	12	6	0	12	8	0	0	12	7	4	0

* 開花數爲包括微開花

由第 4 表得知開藥時間在上午 8 時以前既已開始，至上午 9 時止則已完全終了，此項開藥時間其在夏季者較之冬季有提早之趨勢。同時開花時間普通在開花同時或較前，即已開始。其次使用自開花前日至當日之花蕾，每隔 3 小時，分別將花粉置於人工發芽床上令其發芽，藉以調查花粉之成熟時間。發芽床係使用以洋菜0.1g ，蔗糖1.5g ，水10cc所配製之培養基，在置床 1 小時後依 Lactic Phenol 染色觀察並調查發芽數。其結果如第 5 表：

第5表：花粉之成熟時間（1956年4月1—2日）

品種	農院(5)一號								農院(127)十石							
置床時間(時•分)	8.25	11.18	14.20	17.15	20.19	23.13	2.15	5.10	8.20	11.12	14.09	17.10	20.14	22.58	2.00	5.23
花粉總數	120	111	100	100	105	143	84	118	113	108	155	102	138	142	123	135
花粉發芽數	0	0	0	0	3	23	30	64	0	0	0	0	5	51	40	109
花粉發芽率(%)	0	0	0	0	2.8	16.1	35.7	54.2	0	0	0	0	3.6	35.9	32.5	80.7
花粉破裂數	20	6	0	0	2	0	2	1	9	3	0	0	0	4	3	0
平均花粉管長(1時間後)(μ)	—	—	—	—	23	50	65	101	—	—	—	—	46	54	63	111

由第 5 表得知花粉在開花前一日之下午 8 時左右即已具有發芽能力。另將成熟之花粉在開藥時放入發芽皿，每隔 3 小時分別調查其發芽。其結果如第 6 表：

第6表：發芽皿所貯藏花粉之壽命（1956年4月1—2日）

品種	農院(5)一號								農院(127)十石							
置床時間(時•分)	8.05	11.03	14.03	16.59	20.02	23.07	2.07	5.11	8.00	11.00	14.00	16.58	20.00	23.02	2.02	5.33
花粉總數	209	271	179	277	253	192	161	124	229	295	221	215	214	178	117	32
發芽數	199	229	125	215	157	37	21	16	221	262	182	184	152	86	50	13
發芽率(%)	95.2	84.5	69.8	77.6	62.1	19.3	13.0	12.9	96.5	88.8	82.4	85.6	71.0	48.3	42.1	40.6
花粉破裂數	4	2	6	15	23	63	48	0	0	10	0	13	23	3	2	5
平均花粉管長(μ)	119	146	140	112	88	91	126	56	122	142	160	129	109	121	90	72

由第 6 表得知花粉在發芽皿中貯藏時所能保持之壽命約為24小時以上，亦即在朝晨所採取之花粉至當日傍晚仍能完全發芽。

另與花粉試驗之同時，曾就柱頭之成熟情形加以試驗，即採自開花前日之具有完全發芽力之花粉，分別在不同時間授粉於花蕾柱頭，每隔一定時間後取出柱頭，放入 Farmer's 氏液予以固定，並用 Lactic blue 行36小時之染色後，加以觀查，其結果如第7表：

第7表：柱頭之成熟時間

品　　種	(5) 農院一號					(127) 十石			
授粉時間(時、分)	9.40	11.35	14.00	15.55	17.40	9.40	12.00	14.30	16.50
柱頭數	11	13	12	15	14	12	10	12	9
已發芽之柱頭數	6	7	8	15	13	0	3	3	9
未發芽之柱頭數	5	6	3	0	0	5	7	9	0
無花粉之柱頭	0	0	1	0	1	7	0	0	0
發芽率(%)	54.5	53.8	66.7	100	92.3	0	30.0	25.0	100
平均花粉管長(μ)	72	46	61	116	111	—	67	23	73

由第7表得知在開花前一日之下午其柱頭既已具有完全成熟之能力。但在上午雖見有花粉發芽，唯發芽率低且花粉管之伸長亦弱。

其次用於本試驗之交配方法，係各國普通常用之方法，即在交配之前日，由母本各花序選取次日開藥之一花後，將其他花切除，就所選取之花用鑷子將10本花藥與花瓣之一部同時除去之，然後掛袋，翌日晨再行授粉。就其成功率而言，在臺灣概以春季為高，夏季似有較低之趨勢。茲舉一例如第8表所示：

第8表：交配之成功率

雜交組合	交配日期	交配花數	結莢數	雜交率%	稔實莢數	稔莢率%
8	4月20～25	33	23	72.5	16	81.0
10	8月20～25	266	182	59.2	50	13.6

由第8表得知在4月下旬之33個交配花數中有16花結實，而在8月下旬在266花中僅有50花結實。

關於大豆之雜交方法，依研究者之意見而有不同，根據趙、余 (1943) 在福建永安所作大豆開花分散之觀察結果，主張在上午7時～8時除雄，當日或次日授粉；Woodworth (1933) 主張在下午 3時至7時除雄，立即授粉；Weiss (1949) 則主張在下午5時～7時同時行除雄與授粉，所獲之成功率為高；湯 (1958) 依據除雄時間比較試驗結果獲得與以上諸氏相同之結論。根據筆者所行之試驗結果，認為花粉之發芽力，柱頭之授精力等均保持有一段相當充裕之時間，故交配時刻對于交配之成功與否，並非主要的影響條件。

據以往所報告之交配成功率，依 Piper and Morse (1923) 約為20%，川上 (1950) 為16.7%～63.6%，平均37.7%，湯 (1958) 9.3% (翌晨授粉) ～29.5%(除雄後立即授粉) 等。在此種交配成功率上所發生之差異，可能由於大豆花小，最易遭受技術上之損傷，故所謂由交配時間所發生之差異，似由於除雄時花部受損傷所致。而對前述之成功率其在春季較夏季高者，似以植物發育條件或交配當日之溫度，濕度等為支配交配成功率之主因。

3. 自F_2至F_4雜種集團之調查與組合之選拔

鑑於大豆之生育因播種期與其他條件之不同常生顯著之變化，預想雜種集團對於生產形質之遺傳力必低（有關遺傳力之調查結果留待後述），故在選拔時有採用多數系統之必要。更由於此雜種集團中有自然淘汰關係存在，筆者爲了使已具有適應性的遺傳型，再增高其適應性起見，乃採用集團育種法。卽就各組合之雜種F_2，F_3及F_4之三個世代採用集團法，以春播，夏播，春播之順序，一年栽植二世代。從F_4以後至F_6之集團中選出多數個體，在F_5以後則行系統選拔。

關於系統選拔一項留待後述，本節僅就F_2～F_4雜種集團之形質變異，加以說明。自F_2至F_4之雜種集團以行間45cm，株間20cm，不施肥料，各交配組合栽植以3,000個體以上，就各世代之個體分別調查其開花期，成熟期及一株總重。對成熟期過遲之一部個體予以淘汰。至於粒重一項則不在選拔之列，將全株之種子予以混合，藉以育成次代集團。

茲就各世代之開花期與成熟期之變異情形列如第9表（以有完整之調查成績者）。試觀第9表其雜種集團之開花期的變異頻度與兩親間相較有略爲一致者或超越者，而成熟期則較兩親稍趨於早生者爲多。父本品種其爲感光性强並在春播不能收穫者，其雜種個體之大部分則在春播時均可成熟。

其次就一株總重之變異則如第10表（原有多數雜種集團業經調查，此處僅列舉自F_2至F_4有完整之調查成績者）所示：

就第10表觀之，雜種集團之平均一株總重略介於兩親值之間，由各不同組合則可區別爲夏播之一株總重特小者或夏播與春播之值略同者。此種差異未必能以親本品種之春播或夏播型予以說明，例農院一號（5）×三國（144），秩父黑大豆（122）×烏豆C（9）等，其一方之親本爲明顯之夏播型或秋播型，但其雜種集團在春播夏播概示同值。其他如J.E.W45（242）×福建大豆（1）之情形其雜種集團之一株總重在春播時則極大。根據此種事實可藉以明瞭雜種集團依交配組合之不同常示有相異生態型之趨勢。

第9表： 雜種集團之開花期及收穫期的變異

雜交組合	世代	播種期	開花期	收穫期	母
					開花
			月日 月日	月日 月日	
(5) 農院一號×(142) 玉名在來 (弱感光性) (感光性)	F_2	3月 2日	4.20—5.12	6. 19—7. 17	4月22日
	F_3	7. 25	8.18—8.26	10.21—10.31	8.20
	F_4	2. 14	3.30—4. 7	5.25—6. 5	4. 2
(5) 農院一號×(145) 米岳 (感光性)	F_2	3. 2	4.20—5.13	6.20—7. 9	4.25
	F_3	7. 10	8.18—8.28	10.11—11. 5	8.20
	F_4	2. 14	3.28—4. 6	5.29—6. 5	4. 2
(5) 農院一號×(144) 三國 (感光性)	F_2	3. 2	4.20—5. 3	6.24—7.17	4.25
	F_3	7. 18	8.15—8.26	10.12—10.26	8.20
	F_4	2. 14	3.30—4. 8	5.23—6. 5	4. 2
(5) 農院一號×(240) Laredo (感光性)	F_2	3. 2	4.20—5. 4	6.19—7. 8	4.25
	F_3	7. 18	8.20—8.25	10.12—10.26	8.20
	F_4	2. 14	4. 1—4. 9	5.26—6. 2	4. 2
(5) 農院一號×(227) Avoyells (感光性)	F_2	3. 2	4.20—5. 1	6.12—7.17	4.25
	F_3	7. 25	8.19—8.28	10.24—10.31	8.20
	F_4	2. 25	4.10—4.17	5.29—6. 3	4. 2
(122)秩父黑大豆×(6)屏東青皮豆 (弱感光性) (感光性)	F_2	3. 2	4.22—5.10	6.25—7.17	枯死
	F_3	7. 25	8.20—8.31	10.16—10.31	8.18
	F_4	1. 29	4. 1—4.15	5.29—6. 3	4. 2
(122)秩父黑大豆×(9)烏 豆(C) (感光性)	F_2	3. 2	4.20—5.11	6.12—6.25	枯死
	F_3	7. 25	8.15—8.26	10.16—10.24	8.18
	F_4	2. 27	4. 8—4.18	5.25—6. 5	4.10
(127) 十 石×(9) 烏 豆 (C) (弱感光性)	F_2	3. 2	4.22—5. 8	6.12—6.26	4.21
	F_3	7. 25	8.18—8.26	10.12—10.31	8.22
	F_4	2. 24	4. 8—4.19	6. 2—6.10	4.10
(131) 肥後大豆 × 烏 豆 (A) (弱感光性) (感光性)	F_2	3. 2	4.25—5.13	6.20—7.17	4.24
	F_3	7. 25	8.20—9. 5	10.31—11.5	8.22
	F_4	2. 13	4.15—4.30	5.28—6. 8	4.18
(31) 肥後大豆×(211) otootan (感光性)	F_2	3. 2	4.22—5. 6	6.20—7.17	4.24
	F_3	7. 25	8.20—8.30	10.28—11. 5	8.22
	F_4	2. 24	4.22—4.30	5.28—6.10	4.25
(242) J.E.W45×(1) 福建大豆 (感光性) (弱感光性)	F_2	3. 2	4.29—5. 1	6.10—7. 9	4.21
	F_3	7. 25	8.18—8.25	10.21—10.31	8.24
	F_4	2. 27	4. 4—4.15	5.20—6. 5	4. 5

集團各世代之一株總重的平均值與遺傳分散

個體數	種植期	平均值			分散			集團之遺傳分散推定值
		雜種	母本	父本	雜種	母本	父本	
175	3月2日	44.9	35.0	不結實	612.0	33.3	不結實	578.7*
702	7.18	30,9	17.6	51.4	307.2	36.6	384.5	96.7
454	2.14	19.9	19.8	不結實	70.6	50.3	不結實	20.3*
224	3. 2	26.4	35.0	30.0	122.5	33.3	33.2	89.2
790	7.25	21.4	17.6	27.4	75.9	36.6	62.8	26.2
830	2.24	25.1	15.3	40.0	200.4	50.3	140.1	118.3
192	3. 2	28.4	35.0	35.9	141.5	33.3	59.1	95.3
1638	7.18	9.7	17.6	22.0	75.5	36.6	92.8	10.8
2306	2.14	16.8	19.8	26.5	31.9	50.3	81.0	—
265	3. 2	43.2	35.0	不結實	489.2	33.3	不結實	455.9*
1879	7.10	25.6	17.6	47.9	158.4	36.6	306.4	—
2710	2.14	20.5	19.8	不結實	87.3	50.3	不結實	37.0*
214	3. 2	30.5	枯死	不結實	226.3	枯死	不結實	—
1045	7.25	27.6	17.0	56.5	152.3	20.0	135.1	74.8
352	1.29	22.4	14.8	不結實	108.7	31.9	不結實	77.7*
159	3. 2	33.2	枯死	37.0	187.5	枯死	40.0	147.5*
564	8. 2	21.3	17.0	27.0	60.7	20.0	50.0	25.7
1077	2.27	31.6	14.8	36.9	185.6	31.9	186.8	76.3
104	3. 2	34.9	26.0	37.0	237.9	10.0	40.0	212.9
1174	8. 2	17.7	15.5	27.0	46.0	22.3	50.0	9.9
1115	2.24	43.4	19.0	36.9	266.7	48.8	186.8	148.9
202	3. 2	40.9	29.0	27.0	232.9	21.1	23.3	210.7
39	7.25	15.4	20.2	19.0	36.1	63.7	26.7	—
1055	2.27	63.4	28.7	23.9	872.9	97.9	83.9	782.0

本的分散所推定之環境分散

次就各世代之雜交集團及親本品種之分散情形，從第10表得知在春播之際，其不適於春播之親本品種則不能結實，卽使能結實其個體間之分散亦特大。在夏播之情形亦同，不適於夏播之親本品種之個體間分散亦大。因而由第10表之數字難以正確推定雜種集團內之遺傳分散，故表內所列數字係在可能計算範圍內試行推定者。就各世代遺傳分散觀之，夏播者其遺傳分散均小且各組合間亦有共同之趨勢。此點在夏播栽培時對於生育量之選拔方面恐無多大效果。就此等雜種集團由于個體數過多之故，致對一株粒重無法調查，因此根據組合選拔法（酒井1955）以推定各集團之潛在的子實生產力頗感困難。就一株總重與一株粒重間呈有較强之相關觀之，乃由一株總重試求其平均値$+2\sqrt{遺傳分散}$與實際由F_4以後之集團所選拔之個體數則如第11表所示：

第11表：交配組合之選拔指數與實際之選拔數

世代＼組合	5×144	5×227	5×240	5×145	122×6	122×9	127×9	242×1
F_2	93.1	44.9	47.5	85.7	—	57.3	64.2	70.1
F_3	50.7	31.2	16.6	18.8	45.3	31.2	24.3	9.0
F_4	25.4	93.7	—	27.7	30.5	49.4	67.4	118.9
選拔個體數	422	387	93	506	215	306	1589	410

4. 個體及系統選拔與由選拔效果對於遺傳力之推定

1. 系統選拔之方法：

由雜種集團曾行如次之個體選拔。卽從F_4至F_6世代之集團中，先行注意在圃場之生育日數，生育狀況，莢數之多少作爲選拔優良個體之依據，然後就此等個體再在室內觀察其子實之品質，莢之多少等項最後由總數中選取半數。此半數以株別採種，藉供育成次代系統之用。於各交配組合所選拔之系統數已示於第11表。

系統選拔亦與雜種集團之繁殖方式相同，卽在一年間反複行春播與夏播之二個世代。各系統栽植30個體，在圃場中注意其形質之表現與分離藉以辨別優良系統之選拔。由選拔系統中再選拔出系統內之優良植株。但對于因栽培季節所發生之生育上不同者，例如從春播集團所選拔之系統其在夏播育成之際，則以子實之品質爲主要之選拔對象，將此等系統依系統單位收量之調查結果，區分之爲夏播適應系統群與不適應群，並在翌年之春播時再行調査，依此二次之調查成績，選出適應於春夏兩期播者或在任一季節生育良好者。並就全系統中調查其一株總重及一株粒重。就各世代則調查其系統數及選拔系統數如第12表：

2. 遺傳力之推定：

關於大豆之雜交育種在臺灣過去殆無經驗，基於大豆因環境所發生之變異性觀之，對其選拔之效果究有多少可謂無法預知。故致力於推定生產形質之遺傳力，在樹立選拔方針上極有重要性。

遺傳力之推定方法其種類很多，其主要者如(1)從雜種集團之全分散中減去親本品種之分散以求出遺傳分散，並求出對于全分散之比率（廣義之遺傳力）。(2)由F_2及F_3之成績使用 Mather (1949) 之方法推定種種之分散成分，依其結果算出遺傳力（狹義之遺傳力），此法亦實由上述(1)法所發展者。(3)由雜種集團所抽出之系統實施設置重複試驗，以由重複所得之分散視爲環境分散，藉以求得系統間之遺傳分散成分。(4)從選拔試驗之結果將所求得之親子代間之共分散作爲遺傳分散藉以求出與親本分散之比率。(5)根據選拔試驗之結果。由遺傳獲得量與選拔差之比率求得遺傳力。此法與上述之(4)法係樹立在同一基礎上，在選拔數較多之際則(4)法似爲確實。

第12表：各交配組合之各世代所調查系統數及選拔系統數

交配組合	F_5 調查系統數	F_5 選拔系統數	F_6 調查系統數	F_6 選拔系統數	F_7 調查系統數	F_7 選拔系統數	選拔世代
127×9	715	84	84	72	72		F_4
〃			726	78	78		F_5
〃					120		F_6
5×145	240	53	53	21	21		F_4
〃			200	81	81		F_5
〃					63		F_6
5×142	44	8	8	—	—		F_4
〃			196	62	62		F_5
〃					33		F_6
5×144	109	20	20	14	14		F_4
〃			200	28	28		F_5
〃					123		F_6
242×1	240	8	—	—			F_4
〃			63	14	14		F_5
〃					101		F_6
5×227			253	50	50		F_5
〃					134		F_6
5×2					210	63	F_6F_7(142)

從大豆育種試驗之實際成績推定遺傳力時，就辨別上列諸法之優劣，亦如前節所述，即所賦予之條件由于適應之良否，在純系品種之個體間分散（環境分散）呈有顯著之變化，因而遺傳分散亦可能隨之變化，是故(1)及(2)之法可能不甚適宜。(3)法似乎可能爲比較正確之法，唯在實際上根據由已選拔之系統經設置重複時所行之調查結果，在育種初期之選拔上無法適用。因此就實際之選拔效果論之，所選拔之系統與其親代之比較乃爲最直接的方法，故筆者係就(4)之方法，由親子代之回歸求得一株總重之遺傳力。其結果如第13表所示。如親子代均爲系統時，則再求得親子代系統平均值間之相關（但由親代系統選出之優良個體所育成之次代系統，不能謂爲眞實親子代系統間之相關），茲示其結果如第14表：

第13表：依親子回歸對于一株總重之遺傳力的推定

組合	個體 (A)—系統(B)	$\bar{P}_1$	$\bar{P}_2$	$\bar{A}$	$\bar{P}_1$	$\bar{P}_2$	$\bar{B}$	VA	VB	WAB	$h^2=\frac{WAB}{VA}$	個體數	行個體選拔之集團
5×145	F_5(1958夏)-F_7(1959夏)	10.3	20.5	17.1	9.7	22.8	17.8	28.8	14.0	4.8	0.167	60	F_5
〃	F_5(〃)-F_6(〃 春)	10.3	20.5	18.1	6.8	不結實	17.3	39.6	39.3	-4.0	-0.101	130	F_5
5×2	F_6(〃)-F_7(〃)	11.3	5.8	25.5	8.9	6.1	12.6	44.6	18.0	-1.7	-0.038	178	F_6
5×240	F_5(〃)-F_6(〃)	10.3	13.8	22.6	6.2	5.0	8.9	23.7	6.5	1.9	0.078	58	F_5
5×144	F_5(〃)-F_6(〃)	3.9	9.7	20.8	6.2	不結實	13.4	46.7	11.0	-0.3	-0.007	128	F_5
122×9	F_5(〃)-F_6(〃)	13.0	21.9	11.1	5.3	10.4	13.3	6.3	10.8	0.8	0.126	167	F_5
127×9	F_5(〃)-F_6(〃)	12.9	11.4	20.5	6.4	10.4	14.6	31.8	13.9	2.5	0.079	219	F_5

第14表：依親子系統平均値間相關對于一株總重之遺傳力的推定

組合	系統 (A)—系統(B)	$\bar{P}_1$	$\bar{P}_2$	$\bar{A}$	$\bar{P}_1$	$\bar{P}_2$	$\bar{B}$	VA	VB	WAB	$h^2=rab$	系統數	行系統選拔之集團
5×145	F_5(1958夏)-F_7 (1959夏)	10.3	20.5	26.5	9.7	22.8	17.2	43.4	16.4	5.8	0.216	13	F_4
〃	F_6(1959春)-F_7 (〃)	6.2	不結實	9.7	9.7	22.8	17.2	7.2	16.4	-2.3	-0.208	13	F_4
〃	F_6(〃)-F_7 (〃)	6.2	〃	19.0	9.7	22.8	17.8	35.3	14.0	-3.2	-0.145	60	F_5
〃	F_5(1958夏)-F_6 (1959春)	10.3	20.5	19.0	6.8	不結實	7.1	45.7	7.4	-4.4	-0.238	125	F_4
5×144	F_5(〃)-F_6 (〃)	3.9	9.7	17.6	6.2	〃	7.4	40.2	5.4	0.8	0.057	68	F_4
127×9	F_5(〃)-F_6 (〃)	12.9	11.4	16.3	6.4	10.4	10.3	21.0	12.1	-0.8	-0.052	485	F_4
242×1	F_5(〃)-F_6 (〃)	16.7	6.4	17.9	6.3	4.6	6.2	29.6	5.9	2.1	0.160	114	F_4

試觀第13表及第14表就遺傳力之全體論之均甚低，一株總重其於生育良否之選拔上恐無多大效果。然在此等表中值得注意者，乃親子兩世代其在同一季節栽培時，所示之回歸或相關均爲正，如一方在春播，他方在夏播時，則其親子回歸或相關顯示有負値。故認爲此與品種間變異（參照另行發表之大豆在臺灣之品種間諸特性，相關及生態型之研究）具有同樣情形，即春播時具有生育優良之遺傳型者在夏播時則劣，而夏播之優良者在春播則示有低劣之趨勢。但在同一季節行比較時（如第13表及第14表內第一行所示者），就F_5與F_7間而言，不僅在相隔二世代均示有正値之關係，且其遺傳力顯示爲0.17（個體選拔時），或0.22（系統選拔時）。故依一株總重之選拔其在系統選拔時則有相當效果，即在春播，夏播均可選出各種不同之適應型。

前記之表列數字係由育種過程中所求得者。爲進一步闡明種種形質之遺傳力，乃又作次述之試驗。即由交配組合十石（127）×烏豆C（9）之F_5集團中選出之F_6約29系統（各系統20株），在1959年以春播（2月18日播種）栽培之，將其種子按系統分別混合所得到之F_7系統，與在春播所使用之同一種子F_6系統，在同年均以夏播（7月15日播種）栽培，並調查其植株高，一株總重及粒重。由調查結果中算出春播F_6與夏播F_6間之相間，以及夏播F_6與夏播F_7間之相關如第15表：

第15表：F_6及F_7系統間其在不同季節與在同一季節之相關

系統A—系統B	系統數	植株高 VA	植株高 VB	植株高 WAB	植株高 rAB	總重 VA	總重 VB	總重 WAB	總重 rAB	粒重 VA	粒重 VB	粒重 WAB	粒重 rAB
F_6(1959)春播—F_6(59)夏	29	150,99	22.67	27.03	0.462	28.38	13.99	−5.147	−0.258	5.94	3.70	−1.210	−0.258
F_6(〃) 〃 —F_7(〃) 〃	29	150.99	23.93	26.07	0.434	28.38	18.03	−0.052	−0.002	5.94	4.08	−0.331	−0.067
F_6(〃)夏播—F_7(〃) 〃	29	22.67	23.93	20.33	0.873	13.99	18.03	12.962	0.816	3.70	4.08	3.156	0.812
品種間變異	品種數												
春播—夏播	105	125.262	80.444	−15.444	−0.1518	225.823	93.537	−34.832	−0.240	48.528	4.955	1.974	0.127

由第15表得知一株總重及粒重其在同一季節之F_6系統與F_7系統間則示有顯著之正相關，而在不同季節之同一世代間顯示有負相關，同時在不同季節及不同世代間之相關則接近於零。但植株高經常示有正相關。此種相關係數因能表示出對系統間遺傳分散之全分散之比率，故似可視爲相當于遺傳力。綜觀第十五表之成績當更可明瞭如上述之系統選拔之結果，因此對於在栽培季節不同之世代間所顯示之收量的遺傳，可結論之爲已達至示有負値遺傳力之程度。

根據上述有關遺傳力之試驗結果觀之，正如估計者，以育成適應于春播或夏播之品種爲目的時，應在各不同季節予以選拔是爲切要，是故筆者將春播所選出之系統，再在夏播予以選拔，或在夏播所選出之系統再在春播加以選拔，如斯繼續反複在不同季節實施選拔者卽基於此也。大豆對於環境爲敏感之植物，在臺灣爲求其栽培之安定，則對於環境以呈鈍感性者實屬必要。關於此點在第15表內就選拔系統與由各地引進品種所行之比較觀之，知粒重之選拔系統間分散其在春播者，較品種間分散殊小，而夏播者則與品種間分散相等。再就一株總重及植株高觀之，知其品種間分散常較選拔系統間者爲大。由此觀之選拔應以先增高春播適應性，其次再向夏播適應性方面增高，是爲有效之方法。就選拔系統之全體而論鑑於春播與夏播之調查成績間所存在之負相關尙不能改變之故，如次節所述在選拔系統之中不論其在春播或夏播雙方均能現出有適應性者。

5. 選拔系統之生產力比較試驗

既如前節所述系統選拔至1959年春播止已經選出40個優良系統。就此等系統曾行如次所述之春播（3月3日）及夏播（7月15日）之生產力比較試驗。

本試驗之設計爲畦長5 m栽植三行，行間45cm，株間20cm，點播，採用四次重複之逢機排列法。施肥量每1/10公頃施以硫酸錏4.5kg，過磷酸鈣7.5 kg，硫酸鉀7.5 kg，以其半量作基肥，其餘之半量以追肥施用之。調查項目計有開花期，成熟期，植株高，分枝數，莢數，粒數，稔莢率，產量等項。根據此生產力比較試驗之結果自供試系統中復選出20系統。就此等系統所調查之成績則如第16表所示：

試觀第16表得知選拔系統可大別爲適應於春播與夏播兩期作者，或僅適應於夏播者，然在前者中於春播時尙能發現有生產力特高者。此等系統之全生育日數在春播者爲 94～108日，夏播者爲89～102日概與親本品種略同，平均每株之收量爲22.1g(每ha 2,200kg)，而在春播收量最高之系統爲30.7g (每ha 3,000kg)，夏播爲35g (每ha 3,500kg)，同時與試驗區中之親本品種之平均收量相較約達二倍之多。在外國引進品種中如筆者在過去所發表之試驗情形 (1954) ，(1956) 僅有春播型或夏播型，而兩期適應型尙未發現，但在育成系統中發現有兩期適應型之存在一點，亦卽暗示出已育成所謂對於環境條件之鈍感性新型大豆。且此等育成系統之子實品質，100 粒重等項亦不劣于親本品種。

茲就本試驗（夏播）之成績所作之分散分析結果如第17表。得知在第16表中所列凡每株收量達9 g以上之差異者均已超過5 %顯著性水準。認爲在此等供試系統中特優者爲兩期作型如 F～19，E～88 等，夏播型者中有 F～9 ， F～22，E～77 等。其成熟時之生育狀態如第1圖所示。

第16表：選拔系統之生產力比較試驗之調查成績

系統		平均一株粒重(g) 春播	平均一株粒重(g) 夏播	結實日數(日) 春播	結實日數(日) 夏播	100粒重(g) 春播	100粒重(g) 夏播
育成系統（兩期作型）	E—32	30.7	24.0	103	93	13.8	13.2
	F—19	22.1	30.2	108	93	14.5	14.2
	E—31	28.8	20.4	102	102	15.0	14.7
	F—14	23.7	25.2	104	97	13.2	13.3
	E—54	23.3	24.1	101	90	13.0	13.0
	E—49	25.8	20.1	94	93	13.8	13.9
	E—88	20.4	26.1	97	90	13.9	13.3
	C—30	21.5	24.1	104	93	12.1	11.8
	E—44	23.0	22.0	101	98	13.0	12.4
	F—35	21.1	24.0	97	100	12.5	12.2

系統		平均一株粒重(g) 春播	平均一株粒重(g) 夏播	結實日數(日) 春播	結實日數(日) 夏播	100粒重(g) 春播	100粒重(g) 夏播
育成系統（夏作型）	F—9	18.2	35.0	104	102	11.1	10.7
	F—22	14.0	28.0	108	102	13.0	12.7
	E—77	17.1	27.3	101	101	13.4	13.1
	E—9	9.9	25.0	103	89	14.0	13.7
	E—14	7.2	25.0	105	95	12.9	12.5
	E—66	13.6	24.9	97	92	13.0	12.7
	F—27	15.0	24.4	108	98	12.0	11.5
	F—12	16.5	24.0	104	101	11.9	11.4
	F—38	16.4	25.5	104	98	13.2	12.9
	F—26	17.5	23.2	104	98	11.2	10.9

引品	進種	平均一株粒重(g) 春播	平均一株粒重(g) 夏播	結實日數(日) 春播	結實日數(日) 夏播	100粒重(g) 春播	100粒重(g) 夏播
春播型品種（不感光）	5	9.8	9.8	98	80	10.2	9.6
	127	12.0	10.9	98	80	12.9	11.8
	106	12.1	10.3	98	89	13.1	13.0
	125	9.9	9.3	99	89	12.8	12.5
	128	12.3	6.0	97	85	13.2	12.5
夏播型品種（感光性）	9	11.0	11.4	112	89	8.3	7.6
	142	0	18.4	—	109	—	14.0
	144	0	26.9	—	117	—	11.8
	145	0	24.2	—	117	—	12.0
	203	13.0	20.8	132	98	11.2	10.8

註：(1)粒重－1株平均粒重。　(2)C－5×144。　(3)E－5×145。　(4)F－5×142。

第17表：夏播生產力比較試驗之分散分析

變異原因	自由度	分散
重複	3	59,193
系統	12	134,218 **
誤差	36	19,090

** 超過 1 % 顯著性水準

第1圖：選拔系統F_7與親本品種於成熟時之生育狀態比較



然此等生產力比較試驗僅有一年之成績，實有繼續舉行試驗之必要。唯於本年春季（1960）就本省北部、中部、南部、東部等八個農林改良場所實施之此等優良系統地域觀察試驗，根據生育期中之生長調查結果，顯示出在各地之生長均甚佳，極能適應於各地之環境故，認爲本試驗之成績，對於適應臺灣條件之大豆品種之育種工作實具有啓發性也。

6. 雜種形質間之遺傳相關

有關大豆諸種形質之品種間相關與品種內相關（環境相關），根據筆者大豆在臺灣之品種間諸特性，相關及生態型之研究，業經求得，預定另行發表，並認爲此類之品種相關其大部分可能基於遺傳相關而來者。唯顧慮品種間相關因摻有品種選拔之效果，將不能正確表示形質間之遺傳相關。茲爲明瞭雜種集團之形質相關是否亦爲選拔基礎上要件，乃利用F_2之調查結果試行計算其遺傳相關。

關於遺傳相關之推定方法既知者已有種種，筆者所採用之方法爲在F_2就個體分別調查其種種之形質，由其結果求出形質間之共分散，再由其共分散減去親本品種個體間之共分散藉以推定遺傳共分散，另以同樣之方法求得兩形質之遺傳分散的幾何平均比以算出相關係數。計算上所使用之材料爲在春播（3月2日播種）所栽培之F_2。所求得之遺傳相關及環境相關（由親本品種個體間變異之相關）等之推定值則如第18表及第19表所示：

第18表：遺傳相關及環境相關之推定值

（植株高（A）總重（B）莢數（C）粒數（D）粒重（E））

組合 ＼ 遺傳相關	rAB	rAC	rAD	rAE	rBC	rBD	rBE	rCD	rCE	rDE	個體數
5×240	0.597	0.899	0.853	0.613	0.796	0.807	0.916	0.974	0.983	0.963	156
122×9	0.574	0.911	0.827	0.510	0.848	0.860	0.984	0.914	0.800	0.992	159
242×1	0.607	0.663	0.697	0.442	0.854	0.894	0.970	0.962	0.911	0.990	200
環境相關	*0.408	0.323	0.342	0.472	0.716	0.753	0.806	0.960	0.677	0.565	

* 親品種之分散及共分散爲由平均求得之。

第19表：交配組合127×9在F_2之遺傳相關

形質	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
植株高 (A)						
總重 (B)	0.495				n=120	
莢數 (C)	0.653	0.913				
粒數 (D)	0.399	0.888	0.872			
粒重 (E)	0.476	0.981	0.793	0.937		
稔莢率 (F)	0.036	0.169	−0.098	0.014	0.277	
生育日數 (G)	0.371	−0.121	−0.084	0.101	−0.121	−0.235

就第18表得知植株高，總重、莢數、粒數及粒重等相互間示有强度之遺傳相關。故此等形質似可能受有共同遺傳子之支配。此點與在品種間相關（參照另行發表之大豆在臺灣之品種間諸特性，相關及生態型之研究）間示有一致之趨勢，更就第 18 表得知在此等形質間呈有高度之環境相關，至於同一品種內由于季節之變異對于此等形質間所引起之强度環境相關已如前述，雖在同一季節由于微小之環境差異，對于變異亦示有同樣之相關，且此等形質對于環境常示有共通之反應。因此在實施選拔時對此等形質應完全加以測定實屬必要。如上所述筆者在初期世代集團之測定與選拔上置重點於總重，即係認爲此項形質在求粒重之改善上爲一有效之手段故也。

其次就稔莢率而言，結實日數之愈短者其稔莢率示有增高之趨勢（參照大豆在臺灣之品種間諸特性。相關及生態型之研究），但由第19表所示之情形觀之則與上記生育量所示之諸形質間則完全無相關關係之存在。再就生育日數觀之，除植株高之外，對於其他生育量所示之諸形質間則顯示有負相關。同時生育日數與稔莢率亦呈有負相關。根據此等事實在本試驗所行之春播者概以開花早者其稔莢率有增高之趨勢。故在行選拔之際以能選出早生（不感光性）且生育優良，稔實佳（結實早）者爲最妥善之方法。

再就127× 9 及 5 ×227之F_6的雜種集團（600個體)亦用上記同樣之方法計算其植株高，總重，莢數等相互間之相關，其結果亦如第20表：

第20表：F_6集團(春播、夏播)之遺傳相關及環境相關

〔植株高(A)總重(B)莢數(C)〕

交配組合		春播			夏播		
		rAB	rAC	rBC	rAB	rAC	rBC
127×9	全相關	0.344	0.264	0.873	0.263	0.252	0.848
	環境相關	0.534	0.523	0.430	0.305	0.348	0.844
	遺傳相關	0.316	0.214	1.030	—	—	—
5×227	全相關	0.411	0.343	0.883	0.430	0.402	0.936
	環境相關	0.556	0.562	0.742	−0.094	−0.044	0.916
	遺傳相關	0.425	0.359	0.928	0.793	0.910	—

用於此項之材料爲F_2以後所行之四世代經自然淘汰而獲得者，在同一集團再經春播（1959年3月3日）及春播（1959年8月28日），並已闡明由播種期所及之影響。但就 127×9 因其一方之親本品種（9）爲夏播型品種，在春播時不能達成正常之生育，其環境分散及環境共分散係由另一親本 (127) 之成績求出者。

第20表之127×9之遺傳相關與第19表所示 F_2之成績相比較時，就植株高～總重，植株高～莢數，總重～莢數等項其在F_6之相關經判明較F_2者稍低。但在F_6之夏播者之相關則較春播者之相關有略高之趨勢，F_6與F_2間之相關係數差倘如顯著時，此係受自然淘汰之影響，可認爲係集團內之遺傳變異減少所致。而夏播者之相關較强者，亦可爲由於遺傳變異極少表現之故。

根據以上所述之育種試驗之種種成績，就春播型×夏播型之雜種之觀察所得，在春播時感光性之分離較爲顯著，因此有關生育量之諸形質，生育日數，結實良否等之遺傳分散之表現亦較大，此於選拔上亦極爲有效。但在夏播時此等形質之遺傳分散則比較的爲小，故在夏播適應型之選拔上可能爲有效。春播～夏播間之種種形質之親子相關爲負，但經行二季之選拔後，則兩季共通適應之遺傳型已達到實際之育成，而此種兩季型系統與水稻（蓬萊種）具有相同之性質。

(四) 結　　論

臺灣農業之近代的發展概在1920年以後。在此以前主要作物爲水稻、甘藷、甘蔗、落花生、茶、菸草、香蕉等均爲栽培而未經改良之在來種，其栽培法亦粗放，品質收量均劣。例如水稻屬於印度型（Indica）之多種在來種分佈于各地，在第一期作第二期作或中間作均有栽培，唯因水利缺欠，故在第一期作之面積不多，多行無肥料栽培，亦未多，收量每公頃約爲一噸上下程度。甘蔗亦爲收量，含糖率均劣之在來種，甘藷亦爲澱粉含有率低之在來種而在粗放狀態下栽培之。當時之情況與現在在印度之外其他東南亞各國常見者概爲相似。

自1920年以後至現在臺灣農業已有顯著之發達，技術水準已接近先進諸國，由于輪作對於土地的集約利用已發展成爲獨特之技術體系，其中特徵之一卽爲品種改良。

從來在臺灣之食用作物之育種過程中主要對象爲水稻，其次爲小麥。小麥在過去除南部地方之一部外均爲無法栽培，但現在已成爲中部地方之主要冬季作物。如稻（一期作）～稻（二期作）～小麥（冬作）之三期作是爲今日臺灣基本的輪作體系，其能達到今日之體系者，均有賴於水稻之早生蓬萊種之育成與早生小麥之育成也。

臺灣所育成之早生稻或小麥之品種，其共同之特徵，卽爲適應于集約栽培，並具有對日照時間概爲不感光性與花芽形成之依溫度所促進之程度亦低等之性質（岡、盧1953）（徐1936、1938）。換言之此等品種較之在來種概不受外界條件之影響，此蓋爲在育種時係向一定生育日數之方向經選拔之結果所獲得者。

大豆在臺灣一向概以綠肥用爲目的而栽培之。但子實用大豆除在大陸內地、日本、美國等之溫帶地區有廣泛之栽培外，其他如熱帶地區之爪哇、泰國、菲律賓等地亦有栽培，故位於亞熱帶地區之臺灣倘能育成適應于臺灣氣候之品種，則在臺灣必可行有利之栽培。根據在臺灣之有關水稻，小麥等之育種方向，認爲臺灣之大豆品種之育成亦須着重於尋求具有適當之生育日數以及感光性及感溫性均低。且於一定栽培技術下能示有多收性等之品種者，實爲臺灣大豆之概略的方向。

根據本研究之結果顯示出吾人所持之觀點可獲支持，玆先就生育日數觀之經判明外國引進品種在臺灣栽培時，凡高緯度地方之品種因早生而收量低，低緯度地方之品種在春播栽培時雖能生長良好，因開花遲而有結實不良之趨勢。由此可知引進品種一般對臺灣之環境條件特爲敏感，依栽培結果認爲極不安定，故自國外所引進之品種中選出確實能適應於臺灣栽培者希望極小，因此就此方面而論雜交育種之可貴，當非過言。

筆者就大豆引進品種所行之試驗結果與水稻引進品種之於臺灣所行之試驗結果，發現在二者間存有共同之點甚多。即在水稻蓬萊種育種過程中就多數日本品種而言，其在臺灣顯示有過度早生且收量低之情形。而另一方面南方品種在臺灣則爲晚生，莖葉甚爲繁茂，收量亦少，故自水稻品種選拔之經驗而論及尋求大豆品種之適應性，當能有助于問題之解決。

對於大豆倘若能育成爲不感光性，生育日數之溫度反應低，營養成長之溫度反應高之品種，即可能爲適應于春播，夏播共同之品種。筆者曾指出大豆生態反應之型式與水稻極爲相似，而水稻之兩期作適應型（蓬萊種）現已成爲臺灣栽培品種之核心，故認爲大豆之臺灣栽培品種亦將如是無疑，唯一般大豆種子在臺灣之壽命甚短，對大量之種子能在一年間作安全之貯藏，在農家而言需要有特殊之設備，因此如將育種目標者重在兩期作之適應性上。則對種子貯藏問題自告解決。要言之大豆爲易受外界條件影響之作物，由于年度或地域之不同對于收量之變異亦大，倘能獲得兩期作適應性則此種不安定性將能予以改善。

關於大豆之育種方法，就綠肥用臺灣在來種，採用純系分離法以獲得子實生產型之品種，頗有可能，唯其成績不顯，故本試驗乃以雜交育種法爲主體。迄今爲止所獲得之本半系統，其育成過程如下所述：

F_2集團	春播	自然淘汰
F_3集團	夏播	自然淘汰
F_4集團	春播	自然淘汰
F_5系統	夏播	系統選拔
F_6系統	春播	系統適拔
F_7系統	夏播	生產力比較試驗

即自然淘汰在春播實施二回，夏播一回，唯在夏播時其遺傳力較低，故以實施於春播適應型育成上爲佳。但在系統選拔初期即對F_5行夏播適應性，其後再行春播適應性。此時曾認出一有趣現象存在，即在春播者之收量或生育量與在夏播等之間呈示有逆相關。根據此等成績依親子回歸求遺傳力時所得者爲負值，認爲此係受遺傳子型與環境等相互作用之效果所致。因此在此期之選拔可謂係向相反之方向進行者。

按上記之選拔過程至目前爲止所育成系統中之一部，已如期待者顯示有春播，夏播兩期作之適應性。此等系統之 100粒重均在10g 以上，其品質亦不遜于引進品種。此等系統之生態型亦具有與蓬萊種水稻相似之性質。此兩期作型概如筆者所期待者，係安定型不受外界條件之變動，唯對於依年度與地域所引起之差異之有無以及差異之大小，尚待今後進一步研究之。

根據筆者過去之試驗結果，關於大豆品種之育成已闡明與蓬萊種水稻之育成歷史過程，極爲相似。翻閱過去蓬萊種水稻之育成過程知其在初期係用多數溫帶品種參與試驗，並研究其栽培法，同時採用在來種之純系分離，最後進行雜交育種（磯1944）。總計蓬萊種稻之育成所需20年之久。而筆者就大豆試驗獲致結果所需之年數與之相較約爲其三分之一，而各種試驗規模亦較之甚小，所得之結果與蓬萊種稻同樣的具有兩期作適應性存在，實屬趣事。如斯兩期作適應性其在亞熱帶可謂爲能示出夏作物或短日性子實收穫作物之適應性之本質者。

臺灣在目前之大豆需要量約爲12～13萬公噸，其中約60%用以榨油，其他用作生產醬油豆腐等之用，大豆粕充作家畜飼料亦係重要蛋白質之給源。在過去10年間大豆之全臺栽培面積，每公頃收量，全收量及輸入量等如第21表所示：

第21表：過去十年間之大豆生產量及輸入量之統計

〔根據臺灣農業年報（1955）〕

年度	栽培面積 (ha)	收量 (ton)	每公頃之收量 (kg)	輸入量 (ton)
1949	20,284	12,052	594	
1950	20,299	12,543	618	
1951	23,251	13,412	577	
1952	24,315	14,627	602	
1953	28,225	17,426	617	79,138
1954	30,048	20.310	676	94,173
1955	34,510	24,151	700	103,217
1956	37,505	26,442	705	101,262
1957	41,029	33,054	806	94,661
1958	45,031	38,568	856	89,683

大豆之國內價格近年每百公斤約在20美元以上，比較食米每百公斤約8～9美元者概有三倍之高價。目前在臺灣省政府農林廳之獎勵之下，大豆之栽培，今後當更能有所增加，目前在臺灣之大豆栽培，品種以十石，三國及百美豆 (Palmetto) 等品種爲主，此等品種之平均收量每公頃僅在一公噸以下。如以此類品種獲致12萬公噸之自給，至少約需12萬公頃之栽培面積。此種情形與蓬萊種稻之發展過程中在1920年栽培嘉義晚二號（由中村分離）之時代極爲相似。玆假定本研究所揭之雜交育成種如能普及，則每公頃平均收量可能達到2公噸。如斯爲求國內之自給則需6萬公頃，以現在栽培面積觀之如能再增加1.5 萬公頃即可達到自給自足之程度。臺灣之大豆栽培除南部地區一部分外大豆之冬作極感困難，而其栽培時期又與稻作發生衝突，如大豆之栽培地區規劃以山麓地帶與水利不便之處爲主時，可能有助于稻作困難地區之開發。現在甘蔗之栽培即以此類地區爲主，總面積約有10萬公頃弱，此用於大豆栽培方面所需之六萬公頃以上一事似無困難。

爲使求得大豆之合理的栽培對於大豆與其他作物之輪作及間作，以及荳科作物之特性，例如大豆可予後作物以良好影響等方面應予研究。因此今後有待解決之問題尚多，如欲使諸問題獲得解決，當有助於臺灣大豆之增產殆無疑問。

（五）摘　　要

(1)以求得綠肥與子實兼用品種爲目標，經行在來種之純系分離試驗。根據其結果已證明以子實爲目的之優良品種之育成上，如採用在來種之純系分離，並無何補益。

(2)大豆之交配較爲困難，經就交配法所行之試驗結果。知大豆之花粉發芽力，柱頭授精力兩者恒在開花前後約可繼續一日之久，並瞭解大豆交配之成功與否，其受父母本之生育情形及交配技術良否之影響較交配時刻更爲重要，同時認出大豆之雜交成功率其在春季者，較諸夏季者有增高之趨勢。

⑶採用交配育種法在臺灣之自然與經濟條件下應以獲得安定性與多收良質者爲目標，並置重點於感光性品種或臺灣在來種與弱感光性品種間之交配。至F_4止採集團育種法予雜種集團以自然淘汰，在F_4以後行個體選拔。再就雜種集團，與選拔系統分別各施以春播及夏播並在一年中反覆二個世代。

⑷綜觀F_2至F_4止之雜種集團之生育狀況，在交配組合中曾發現春播或夏播示有生育良好之趨勢。同時夏播者與春播者相較其遺傳分散之推定值概小。此因在春播時由於感光性之分離使其他形質之變量增大所致。

⑸就選拔系統根據其親子回歸或相關，試求一株總重之遺傳力時，經判明親子代在不同季節栽培時其回歸或相關爲負，然在同一季節栽培時雖相隔二世代其回歸或相關亦均爲正。根據此等結果，春播品種與夏播品種應分別予以選拔之，筆者因考慮外界條件乃以鈍感性爲目標，致在兩季均行選拔。

⑹自20選拔系統所行之生產力比較試驗結果中，發現其中有半數在春播，夏播之兩期均能適應，另外尙有適應于夏播者。此等選拔系統之生育日數約爲 90～100日，其收量不遜于最高產量之親本品種，平均收量約達 2 ton/ha，100 粒重亦較親本品種爲大。同一系統之兩期適應性概與蓬萊種稻相似。

⑺由F_2之調查成績推定種種形質間之遺傳相關。其結果認出與品種間相關具有類似性，卽植株高，莢數，粒數等之作爲表示生育量之形質其相互間呈有正相關，稔實率及生育日數與此等形質間存在有完全無相關關係，或示有負相關之趨勢。一株粒重或收量與生育量間示有較强之相關，並與稔莢率示有正相關。故認爲在行選拔時對于種種形質無需行全部調查，僅調查生育量（例總重），生育日數，稔莢率，100粒重等項卽可。

（六）引 用 文 獻

1. Cheng, C. F.(1956):Crop Improvement and seed distribution of upland food Crops in Taiwan. J. C. R. R. Plant Industry, No II.
2. 趙仁鎔、余松烈 (1943)：大豆之開花習性。新農季刊，3：1～2。
3. 磯永吉 (1944)：水稻耕種法講演，臺省農會。
4. Johnson, H. W. Robinson, H. F. and Comstock, R. E.(1955):Genotypic and Phenotypic Correlation in Soybean and their Implications in Selection. Agro. Jour. Vol 147. No. II.
5. Kalton, R.R.(1948):Breeding behavior at Successive generations following hybridization in Soybeans. Iowa. Agr. Expt. Sta. Res. Bull. 358:669～732.
6. 川上幸治郎 (1950)：Ⅲ. 大豆の育種，大豆の研究：79～102。雜穀奬勵會。
7. 盧英權 (1954)：大豆品種在臺灣對栽培季節適應性之研究。第二報。臺灣省立農學院農林學報 VolⅢ.。
8. 盧英權、蔡國海(1956)：大豆品種之播種期試驗。農林學報 VolX.。
9. 盧英權 (1957)：大豆光週性處理研究。農林學報 VolXI.
10. Mather. K. (1949): Biometrical genetics.
11. 岡彥一、盧英權(1953)：稻系統發生的分化，Ⅲ. 感光性，感溫性及其基本生育日數之品種間變異、農林學報 VolII.。
12. 岡彥一、盧英權(1955)：稻之分蘖，桿長，穗長對於溫度反應與其品種間的變異，農林學報，Vol IV.。

13. Piper. C. V. and Morse. W. J. (1923): The Soybean. New york.

14. 徐 慶 鐘 (1936，1938)：日照時間及び溫度の季節の變異が作物の生殖期に及ぼす影響に關する研究。農及園，11(1899)，13(1170)。

15. 酒井寛一 (1955)：育種學通論，朝倉書局。

16. 湯文通、陳鎮和(1958)：大豆交配技術研究，大豆雜交育種試驗，第一報。國立臺灣大學農學院報告、Vol 5. No.2.

17. Weiss. M. G. (1949): Soybean. Advance in Agronomy. Vol 1:123～125.

18. Woodworth. C. M. (1933): Genetics of the Soybean. Jour. Amer. Soci. Agron. 25, 36～511。

STUDIES ON BREEDING OF SOYBEAN IN TAIWAN

by

Y. C. LU.

SUMMARY

(1) With the view to obtain strains useful for both green-manure and seed-production, pure-line selection experiments were carried out with populations of native varieties collected from different localities of Taiwan. However, the results did not seem to be promising for selecting good varieties for seed production。

(2) Since crossing of soya-bean is relatively difficult, experiments in regard to crossing techniques were made to establish a method. It was found that the germinating capacity of pollen grains, as well as the capability of stigmas to be fertilized, could endure for about a day. It seems, therefore, that the success or failure of crossing is determined by the physiological conditions of paternal and maternal plants, as well as by the operator's skill, rather than by the time of crossing. The percentage of success in spring was generally higher than that in summer。

(3) Hybridization breeding experiments were then carried out aiming at a stability of yield under the conditions of Taiwan, in addition to high yielding capacity and good quality. Varieties with a low sensitivity to photoperiod and sensitive ones or native ones of Taiwan were chosen as the parents of crosses. The hybrid generations from F_2 to F_4 were propagated in bulk under natural selection, and from F_4 and later populations many plants were selected for line tests. The hrbrid populations as well as the selected lines were repeatedly raised twice a year as spring and summer crops, proceeding two generations a year。

(4) Some hybrid populations appeared to be adaptable to spring seeding, while others grew well in both spring and summer crops. Having estimated genetic variances of various characters from the data, they were generally smaller in summer the crop than in spring the crop. This may be due to that in spring seeding, segregation for day-length sensitivity enlarges variations in other characters。

(5) The heritability value for total plant weight was shown by the regression or correlation between parent and offspring. When the parent and offspring generations were raised in different seasons, the regression or correlation tended to be negative. When grown in the same season, though a generation was related to its two generation descendant, the regression or correlation became positive. This suggests that strains for spring seeding and those for summer seeding should be selected sep-

arately. However, the writer has made selections successively in both crop seasons, assuming that strains relatively insensitive to outer conditions may thus be obtained. 。

(6) Twenty good strains thus selected were tested for yielding capacity with four replications. About one half of them showed a high yield in both spring and summer crops, and the other half only in summer. The yields of those strains were more than 2 ton/ha, and were apparently superior to the parental varieties. They showed a growing period of about 85–100 days from seeding to maturity in both spring and summer crops, and a larger weight of 100 seeds than the parental varieties. The adaptation of the same strain to both spring and summer crops suggests that those strains have a similar nature as the "Ponlai" varieties of rice.

(7) Genetic correlations between various agronomic characters were estimated from the data for F_2. Similarly as in the case of intervarietal correlations, characters representing the quantity of growth viz., plant height, pod number per plant, seed number per plant, etc., were found to be strongly correlated. Fertility and number of days from seeding to flowering were found not to be correlated with the above characters, or negatively correlated. Seed weight per plant or yield showed higher correlations with the characters representing the quantity of growth, and a lower one with fertility. It was pointed out, accordingly, that observations of a few characters such as one representing the quantity of growth, number of days of growing period, fertility and weight of 100seeds might be enough for the purpose of selection.

臺灣產主要木材之解剖性質與力學性質之關係

廖　坤　福

THE RELATIONS BETWEEN THE ANATOMICAL PROPERTIES AND MECHANICAL PROPERTIES OF SOME IMPORTANT WOODS IN TAIWAN

by

Kun-fu Liao

一、緒　　言

木材爲一種不均勻之物質，乃由無數微小而且大小不同之細胞所組成。細胞與細胞之間，則靠細胞間質 (Intercellular substance) 膠着，每一個細胞均有一層定界壁 則細胞壁 (Cel wall) 包圍着細胞腔Cell Cavity)。木材能當做建築，土木工程，傢俱以及各種加工品等乃因木材中之細胞壁對外力有抵抗之力量。樹木之種類繁多，每樹種不同其木材之構造亦不同，因此各種樹材對于外力之抵抗力量自不同，則木材力學性質之優劣是由于其內部構造之不同所致。此種事實雖似被一般所了解，但到底如何細胞之構造與如何力學性質相對若更詳細究明，其解答更爲困難。木材之强度是由木材細胞之大小，排列，細胞壁之厚薄，細胞腔直徑，一定面積中之細胞數，細胞壁所占面積之大小及細胞內容物質之量等各種複雜因子變成一體而表現其大小。此中以管胞 (Tracheid) 及木纖維 (Wood fiber) 之厚薄，細胞腔之直徑，單位面積內之細胞數等因子爲影響木材强度之最重要因子。通常木材之各種性質依各種試驗之結果而判斷其優劣，但不同樹種或雖爲同一樹種，依其產地，生育狀態等而異，因此難於由一種因素來判斷其性質之良否。例如傢俱用材時八仙山林場產之扁柏不如巒大林場產者是爲其一例。如上述影響木材力學性質之最根本因子乃爲木材內部構造之如何，因此欲判斷木材性質或更進一步發見其利用之途徑時其基礎上之智識雖有各種方法，但豫先究明其解剖性質而依此判斷木材性質之一般是爲最直接之方法也。

本試驗以本省產樹材中以最常用之商用木材爲對象究明其解剖性質與力學性質之關係，俾供木材利用，加工，乾燥以及有關木材性質研究之參考，倉促成文，誤謬之處當所難免，尙希林學先進不吝指正是幸。

二、材料及試驗方法

1.材　料

本試驗所用之木材爲本省產最常用之商用木材，其樹種及材料之外觀性質略述于次：

扁　柏 (Chamaecyparis taiwanensis M.et S.)

　邊心材之區別分明，邊材淡紅黃白色，心材淡黃褐色，具芳香與光澤，木理通直。

紅　檜 (Chamaecyparis formosensis Mats.)

　材色較扁柏略帶淡紅色，具芳香，質稍軟，木理通直。

臺灣五葉松 (Pinus formosana Hay.)

邊心材區別明顯，邊材淡黃或黃紅色，心材黃褐色，具有水平及垂直樹脂溝。

馬尾松 (Pinus massoniana Lamb.)

邊心材區別明顯，邊材淡黃色，心材赭褐色，年輪寬，具有水平及垂直樹脂溝。

杉　木 (Cunninghamia lanceolata Hook.)

材色淡黃色，邊心材不甚分明，心材淡黃色，略帶紅色，有香氣，質軟，木理通直。

臺灣杉 (Taiwania cryptomerioides Hay.)

木材邊心材區別分明，邊材淡紅黃色，心材帶紫褐色，木理通直，材質輕軟。

香　杉 (Cunninghamia konishii Hay.)

邊心材區別不明顯，木材淡黃色，具芳香。

鐵　杉 (Tsuga chinensis pritz.)

木材不具心材，材色爲黃色或黃灰白色，在縱切面上有白色斑點之散在。

大葉楠 (Machilus kusanoi Hay.)

木材爲淡黃褐色，年輪不明。

山黃麻 (Trema orientalis (L.) BL.)

無邊心材之分，淡褐色，年輪寬濶，其境界線不分明，輕軟脆弱。

白　桐 (Paulownia kawakamii Ito.)

無邊心材之分，灰白色，年輪寬濶，質輕軟，肌理稍粗糙。

江　某Schefflera octophyLLa (Lour.) Harms.)

木材淡灰白色，無邊心材之分，年輪稍不明，質輕軟，有絹絲光澤。

烏心石 (Michelia formosana Mas (Michelia compressa mas. var. formosana kane.)

邊心材區別明顯，邊材淡黃色，心材紅褐色或黃褐色，木材磨之生光澤。

龍　眼 (Euphoria longan Lam)

無心邊材之分，材色深褐色，木材緻密滑澤，重硬。

樟　　(Cinnamomum Camphora (Linn.) Sieb.)

邊心材略有區別，鉋削時發生芳香氣味，紋理稍斜行。

木　荷 (Schima superba Gard. et Champ.)

無邊心材之分，材色淡紅色，堅硬，緻密。

銀　華 (Grevillea robusta A. Cunn.)

邊心材甚分明，邊材銀白色，心材深赭褐色，木理具光澤。

相思樹 (Acacia confusa Merr.)

年輪稍分明，有邊心材之分，邊材帶狹，黃褐色，心材寬濶，暗褐色，堅重而硬，木理稍斜行。

柚　木 (Tectona grandis Linn. F)

邊心材甚分明，邊材褐色，心材深赭褐色，似櫸材，年輪分明，木材緻密，心材稍硬。

柯　仔 (Shiia stipitata kudo. et Masam.)

有邊心材之分，邊材黃白色，心材稍帶暗褐色，木質線粗大，材質重硬年輪爲波狀。

青剛櫟 (Quercus glauca Thunb.)

邊心材之區別不大顯明，木材深褐色或灰褐色，木質線粗大，年輪爲波狀。

臺灣櫸 (Zelkova formasana Hay.)

木材年輪分明，有邊心材之分，邊材淡紅褐色，心材鮮紅赭色材質粗糙堅硬，木質線細

微。

2.試材之製作法及試驗方法

各種力學性質試材之製作法試驗法，以及解剖性質測定用切片之處理製作法各分述于次。

A. 力學性質試材之製作法及試驗法

a.抗彎强：試材爲 2cm×2cm×30cm (但跨間 Span 爲24cm)，用 Amsler 材料試驗機，每分鐘以$\frac{120kg}{cm^2}$之速度加壓至破壞爲止。破壞後從最近于破壞部分鋸取 2cm 長之小試材以供製作切片之用。

b.抗壓强：試材爲 2cm×2cm×4cm，用 Amsler 材料試驗機，每分鐘以$\frac{100kg}{cm^2}$之速度加壓至破壞爲止。本試驗因加壓後試材受壓力而壓潰以致不便于製作切片。因此鋸取試材時，一節爲加壓用試材，隣接之另一節爲製作切片用試材。

c.硬　度：試材爲 2cm×2cm×2cm 立方體，以 Seku 硬度試驗機用10m.m 直徑之鋼球加壓於橫切面及縱切面。加壓完了後以備有放大鏡之測徑計測定凹痕直徑。

d.劈裂强：試材分爲平行于年輪及垂直于年輪之二種。其大小爲 2cm×2cm×1cm (破壞厚度)。以木竹材劈裂性試驗機利用小鉛球落下于容器之重量而加壓木材使木材劈開爲止。

e.抗張强：試材全長爲 20cm，兩端挾持固定長度各爲 7cm，中央破壞部分長度爲 6cm，厚度及寬度爲 1cm×0.5cm。加壓速度爲每分鐘$\frac{120kg}{cm^2}$。

f.抗剪强：破壞斷面爲 5cm×3cm 加壓速度爲每分鐘$\frac{120kg}{cm^2}$。

B.切片之製作法

製作切片用試材則鋸成爲 $1cm^3$，長 2cm 之小木塊，置于鐵製軟化筒中，注入 70% 酒 (Alcohl) 2，甘油 (Grycerine) 1之混合液，以螺旋式鐵製蓋緊封之。此種軟化筒再置于壓力釜中，以 130°C 之高溫加熱。針葉樹材及濶葉樹材之較軟者以3～4小時，如濶叶樹材中龍眼，青剛櫟，鷄油等較硬者乃以6～8小時，其加熱時間視試材之軟硬而異。已達軟化之木材以廻轉式切片機 (Rotary microtome) 切成爲8 μ 厚之切片。所得切片以染色劑 Fuchsin染色後順次浸于 10%，30%，50%，70%，90%，100%，等各級濃度之酒精中每20～30分鐘使完全脫水後再浸于 Xylol 中使細微的氣泡完全消失而變成清澄之紅色後以 Canada balsam膠封固以供解剖性質測定之用。

C.解剖性質之測定

細胞壁厚度及細胞腔直徑之測定乃用能測定至0.01 μ之廻轉式測微計 (Rotary micrometer) 測定之，單位面積內細胞數之測定乃於接眼鏡中裝備 $5mm^2$ 之測微計而在此面積內計測細胞數量。

三、實驗結果及討論

1.細胞壁厚度，細胞腔直徑，細胞數與單位面積內細胞壁所占斷面積，比重及强度之關係。

A.細胞壁厚度與單位面積內 (35156.25 μ^2，以後所稱單位面積均以此數值爲準) 細胞壁所占斷面積，比重及各種强度之關係若在同一樹種中，不同部位或不同樹體互相比較時隨其細胞壁厚度之增加而增大其單位面積內細胞壁所占斷面積，因此其比重及强度亦隨之而增大，但不同樹種之間此種現象乃不大明顯。例如表1所示，扁柏細胞壁厚度爲 3.8 μ，但其細胞腔之直徑較大則爲29.2 μ，故減少單位面積內之細胞數，則春材部爲29，秋材部爲96，因此在單位面積內細胞壁所占斷面積僅爲5379.5 μ^2而已，同時其比重及各種强度亦小。

表 1：細胞壁厚度，細胞腔直徑，單位面積內細胞數及單位面積內細胞壁所占斷面積與比重及力學性質之關係。

Table 1: The thickness of cell wall, diameter of cell cavity, number of celll and sectional area of cell wall in unit area in relation to specific gravity.

樹種 species	細胞壁厚度 thickness of cell wall (μ)	細胞腔直徑 diameter of cell cavity (μ)	單位面積內細胞數 Number of cell in unit area. spring wood	summer wood	單位面積內細胞壁斷面積 Sectional area of cell wall in unit area (μ²)	比重 specific gravity	抗彎强 Bending strength kg/cm²	抗壓强 Compressive strength kg/cm²	硬度 Hardness cross section	longitudinal section	劈裂强 Cleavability kg/cm² ∥	⊥	抗張强 Tensile strength kg/cm²	抗剪强 Shearing strength kg/cm²
扁柏	3.8	29.2	29	96	5379.5	0.420	548	314	6.34	3.52	33.99	27.29	859	69.5
紅檜	3.5	34.0	30	64	5895.0	0.354	417	231	5.23	2.60	29.20	26.83	728	68.6
臺灣五葉松	3.9	34.3	24	60	5280.0	0.411	571	275	6.21	4.36	35.55	26.14	882	55.7
馬尾松	5.4	37.2	23	33	7776.3	0.550	612	404	7.28	4.22	49.25	34.40	923	68.8
杉木	3.1	31.2	34		5419.6	0.312	476	285	5.35	1.85	24.91	22.14	701	51.8
臺灣杉	5.3	39.5	24		8419.2	0.435	547	299	6.18	2.60	26.92	21.95	775	72.0
香杉	2.3	73.2	12	50	3220.8	0.273	379	200	3.78	1.69	27.16	21.43	690	44.3
鐵杉	2.2	32.6	32	56	3724.8	0.366	382	243	5.66	3.79	45.79	37.96	730	48.0
大葉楠	2.9	12.1	150	232	9255.0	0.551	496	373	7.54	4.06	43.00	41.19	850	71.8
山黃麻	1.7	25.4	64	140	4486.4	0.292	320	208	3.32	1.35	37.30	35.82	703	50.0
白桐	1.2	26.0	66		3306.6	0.201	168	146	3.96	1.30		23.56	579	46.5
江某	1.6	20.5	64	109	3430.4	0.339	360	248	5.20	1.77	26.65	24.38	690	47.5
烏心石	4.1	14.3	94		9888.8	0.509	551	373	7.28	3.39	42.62	40.10	892	66.2
龍眼	3.8	6.3	240		11736.0	0.725	998	458	10.40	6.78	67.50	59.25	1210	132.8
樟	2.9	16.3	133		10746.4	0.428	568	342	6.78	2.83	28.40	31.01	885	89.0
木荷	4.5	11.7	114		11240.4	0.560	720	368	8.73	4.00	30.75	32.00	1021	90.8
銀華	3.4	7.4	192		9331.2	0.527	621	334	8.89	4.33	41.04	51.67	932	78.2
相思樹	2.3	7.0	295		8673.0	0.610	748	364	10.11	6.37	70.00	62.26	780	86.0
柚木	3.3	10.8	121		7804.5	0.465	640	404	7.24	4.81	29.76	29.76	802	67.5
柯仔	4.2	11.7	88		8008.0	0.596	702	416	8.50	8.73	65.00	58.25	860	80.5
青剛櫟	4.1	11.9	134		12033.2	0.732	1012	485	11.77	8.11	76.62	62.67	1323	135.5
雞油	4.6	5.1	266		14204.4	0.698	975	512	12.80	8.44	64.33	55.52	1286	131.6

龍眼之細胞壁厚度雖與扁柏相同，則為 3.8μ，但其細胞腔直徑為 6.3μ，因此在單位面積內之細胞數達240之多。故在單位面積內細胞壁所占斷面積亦大則為11736.0μ²，其比重及各種强度亦遠大于扁柏。又紅檜細胞壁厚度為 3.5μ，但其細胞腔之直徑較大，則34.0μ，故在單位面積內之細胞數較少，則春材部為30，秋材部為64，其在單位面積內細胞壁所占面積僅為5895.0μ²而已，並其比重及各種强度亦小。銀華之細胞壁厚度反而小于紅檜0.1μ，則為3.4μ，但其細胞腔直徑僅為7.4μ，因此在單位面積內之細胞數多，而達 192，故在單位面積內之細胞壁所占斷面積亦大，則為9331.2μ²，其比重及各種强度較紅檜大。

B.針葉樹材之細胞腔直徑均較大以使減少單位面積內之細胞數，則春材部為 23至 34之間，雖在秋材部，亦僅為33至 96之間。此種現象可證明針葉樹材之管胞為支持樹體及抵抗外力之外尙須輸導水分，因此其管胞之直徑較大。然而濶葉樹材之木纖維之細胞腔直徑較小，雖其細胞壁厚度不大，但在單位面積內所含細胞數較多，則在 64 至295之間。濶葉樹材木質部除了導管及薄膜細胞等之外，其木纖維所占木質部部分乃可謂緻密之部分。至於針葉樹材單位面積內細胞數之較多者為扁柏春材26，秋材96，紅檜春材30，秋材64，最少者為香杉春材12，秋材50。又濶葉樹材單位面積內細胞數之較多者為相思樹：295，鷄油： 266，龍眼： 240，而且其比重及各種强度亦隨之而大。反此山黃麻為64，白桐為66，江某為64，其比重及各種强度亦隨之而減少。由此得知木材在單位面積內之細胞數與其比重及各種强度乃有密接關係，由其細胞數之多少得知力學性質之優劣。

C.平均每一個細胞之細胞壁斷面積於針葉樹材以臺灣杉：350.8μ²及馬尾松：238.2μ²較大，而以鐵杉： 116.4μ² 及杉木：159.4μ² 較小，其他樹種乃在其中間。至於濶葉樹材則烏心石105.2μ²及木荷：98.6μ²較大而相思樹：29.4μ²及鷄油: 53.4u²較小，其他略在其中間。由此得知針葉樹材之平均每一個細胞之細胞壁之斷面積較濶葉樹材者大，但如前述其細胞腔較大因此單位面積內之細胞數減少，故單位面積內細胞壁所占斷面積亦小。

D. 木材細胞構造之如何與比重及各種强度之關係須由細胞壁厚度， 細胞腔直徑，單位面積內之細胞數等三種因子或單位面積內細胞壁所占斷面積之大小來決定。

2. 細胞腔之面積與細胞壁斷面積之比例

細胞腔之面積與細胞壁斷面積之比例由表 2 得知，則針葉樹材較濶葉樹材大，此種現象可表示針葉樹材之細胞腔較大而細胞壁面積較小。就以香杉：15.67為最大，鐵杉：7.17次之,其他針葉樹材略在其中間。濶葉樹材中除山黃麻：7.22，白桐10.59，江某6.15 等較輕之樹種之外其細胞腔面積與細胞壁斷面積之比較小，就以鷄油：0.38.龍眼：0.64 ，銀華 0.88 為最小，其他在1.0~3.0之間。

表2：細胞腔面積與細胞壁斷面積之關係

Table 2 : The area of cell cavity in relatcon to thc sectional area of cell wall

樹　種 species	細胞腔面積 area of cell cavity (μ²)	細胞壁斷面積 sectional area of cell wall (μ²)	細胞腔面積與細胞壁斷面積之比 ratios area of cell cavity:sectional area of cell wall
扁　柏	669.3	185.5	3.61
紅　檜	907.4	196.5	4.61
臺灣五葉松	923.5	222.0	4.16

馬尾松	1086.3	338.2	3.21
杉木	764.1	159.4	4.79
臺灣杉	1224.7	350.8	3.49
香杉	4206.2	268.4	15.67
鐵杉	834.2	116.4	7.17
大葉楠	114.9	61.7	1.86
山黃痲	506.4	70.1	7.22
白桐	530.6	50.1	10.59
江某	329.8	53.6	6.15
烏心石	160.5	105.2	1.53
龍眼	31.1	48.9	0.64
樟	208.5	80.8	2.58
木荷	107.4	98.6	1.09
銀華	42.9	48.6	0.88
相思樹	38.4	29.4	1.31
柚木	91.5	64.5	1.42
柯子	107.4	91.0	1.18
青剛櫟	111.6	89.8	1.24
鷄油	20.4	53.4	0.38

3. 單位面積內細胞壁所占斷面積與比重之關係

由表1及圖1得知，在單位面積內細胞壁所占斷面積之大小可直接影響比重之大小，換言之則有隨斷面積之增加而增大比重之現象。例如香杉3220.8 μ^2，白桐：3306.6 μ^2，江某 3430.4 μ 此等樹材在單位面積內細胞壁所占斷面積均較其他樹種爲小，並且其比重亦小，則各爲0.273, 0.201及0.339。反此鷄油在單位面積內細胞壁所占斷面積頗大則爲14204.4 μ^2，青剛櫟爲 12033.2 μ^2 木荷爲11240.4 μ^2，而且其比重亦大，則各爲 0.698，0.732，0.560 。至於其他樹種在單位面積內細胞壁所占斷面積及比重各在其中間。

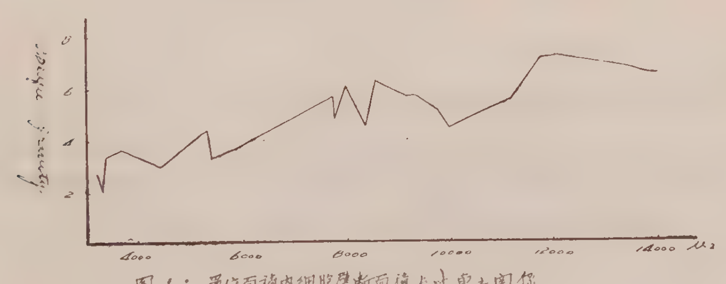


图 1： 單位面積內細胞壁斷面積與比重之關係

Fig 1: The sectional area of cell wall in unit area in relation to specific gravity.

4. 單位面積內細胞壁所占斷面積與各種強度之關係

A. 與抗彎强之關係

單位面積內細胞壁所占斷面積與抗彎强之關係可由表 1 得知其一般，則單位面積內細胞壁所占面積小者，其抗彎强亦隨之而小細胞壁在單位面積內所占斷面積之大者其抗彎强亦大，例如各種樹種中抗彎强之較小者乃爲白桐：168kg/cm²，山黃麻：320kg/cm²，江某：360kg/cm²，而其單位面積內細胞壁所占斷面積亦小。抗彎强之較大者乃爲濶葉樹材之青剛櫟：1012kg/cm，龍眼：998kg/cm²，鷄油：975kg/cm²，而其單位面積內細胞壁所占斷面積亦大。其他樹種之抗彎强及單位面積內細胞壁所占斷面積均在其中間，此等關係可由圖 2 得知。

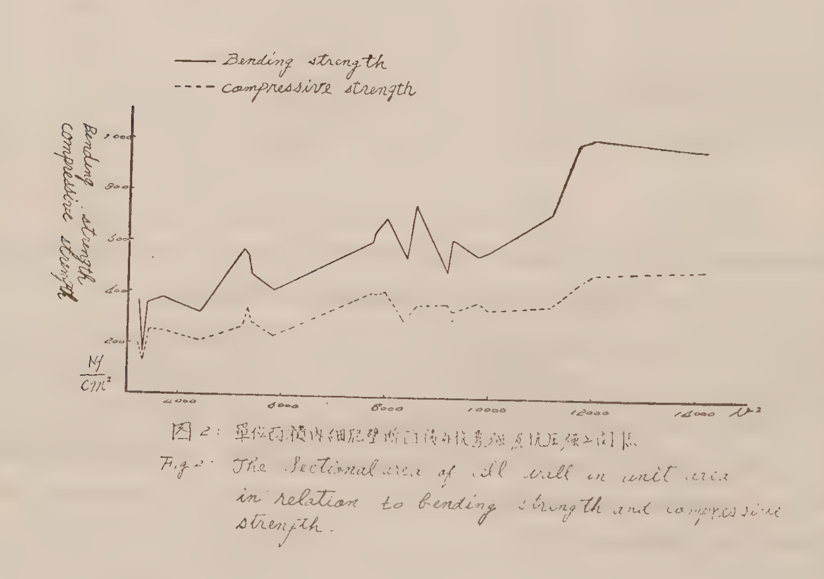


图 2：單位面積內細胞壁所占面積與抗彎强及抗壓强之關係

Fig. 2: The Sectional area of cell wall in unit area in relation to bending strength and compressive strength.

B. 與抗壓强之關係

單位面積內細胞壁所占斷面積與抗壓强之關係可由表 1 得知，卽白桐之抗壓强爲146kg/cm 香杉爲200kg/cm²，山黃麻爲208kg/cm²，而其數値均小，並且其單位面積內細胞壁所占斷面積亦小。青剛櫟爲 485kg/cm²，龍眼爲 458kg/cm²，則其數値均較大，而且其單位面積內細胞 壁所占斷面積亦大。其他樹種之抗壓强及單位面積內所占面積亦略在中間而成比例。此等關係則由圖 2 得知其變化之程度。

C. 與硬度之關係

硬度依其木理方向分爲橫切面之硬度及縱切面之硬度等二種。在各種樹材中硬度之較小者則山黃麻：橫切面3.32，縱切面1.35，香杉：橫切面3.78，縱切面1.69，白桐：橫切面3.96，縱切面1.30。此等樹種在單位面積內細胞壁所占斷面積亦較小。反此硬度之較大者爲龍眼：橫切面10.40，縱切面 6.78，鷄油：橫切面12.80，縱切面8.44，青剛櫟：橫切面11.77，縱切面8.11 等而且此等樹種之單位面積內細胞壁所占斷面積亦較大。其他樹種之硬度及單位面積內細胞壁所占斷面

積亦在中間，其變化以曲線表示之則如圖 3 。

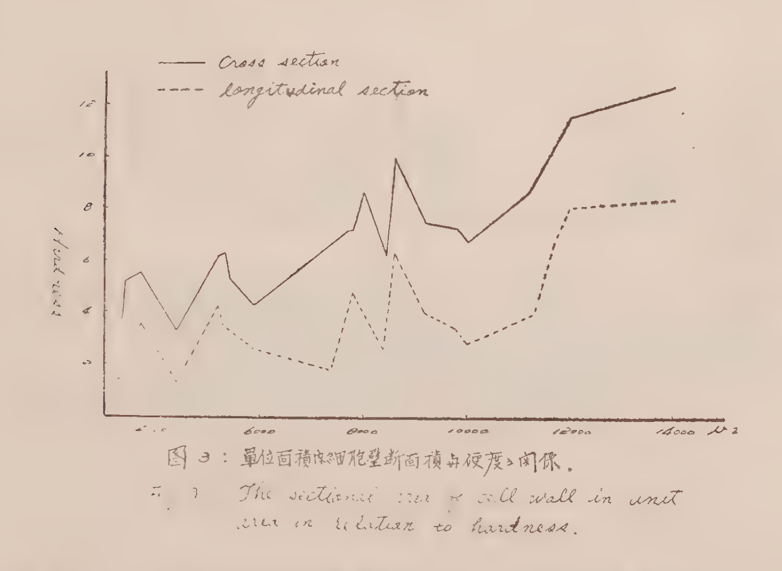


图 3 : 單位面積內細胞壁斷面積與硬度之關係.

The sectional area of cell wall in unit area in relation to hardness.

D. 與劈裂强之關係

劈裂强由于加壓方向分爲與年輪平行及與年輪垂直等二種。在各種樹種中劈裂强之較小者爲杉木則與年輪平行：24.91kg/cm，與年輪垂直：22.14kg/cm，江某與年輪平 行：26.65kg/cm，與年輪垂直：24.38kg/cm。臺灣杉與年輪平行：26.92kg/cm，與年輪垂 直：21.43kg/cm。此等樹種在單位面積內細胞壁所占斷面積亦較小。反之劈裂强之較大者則爲青剛櫟：與年 輪平行者76.62kg/cm，與年輪垂直者 62.67kg/cm。相思樹：與年輪平行者 70.00kg/cm ，與年輪垂直者 62.26kg/cm。雞油：與年輪平行者64.33kg/cm，與年輪垂直者 55.52kg/cm。此等樹種在單位面積內細胞壁所占斷面積亦較大。其他樹種之劈裂强及單位面積內細胞壁所占斷面積均在中間，其關係則如圖 4 。

針葉樹材雖有其他强度之大者，但劈裂强度以單位面積內細胞壁所占斷面積及與其他强度比較時其性質較低。其原因爲針葉樹材橫切面上之細胞排列整齊，因此易於劈裂。濶葉樹材反之，則橫切面上細胞之排列甚不規則，以使不易劈裂。

各樹種之劈裂强度與年輪平行者大于與年輪垂直者。各樹種之平均則與年輪平行之劈裂强爲44.25kg/em，與年輪垂直者爲 37.60kg/cm，前者大于後者 6.45kg/cm。其原因有二，一則木質線細胞之長軸方向與年輪垂直，因此對于年輪平行之方向不容易劈裂。二則細胞壁厚度受方向性之影響，如由表 3 得知則弦向細胞壁厚度較徑向細胞壁厚度大，以便增加與年輪平行（弦向）之劈裂强。就以針葉樹材之秋材部弦向細胞壁厚度與徑向細胞壁厚度之差異較大。

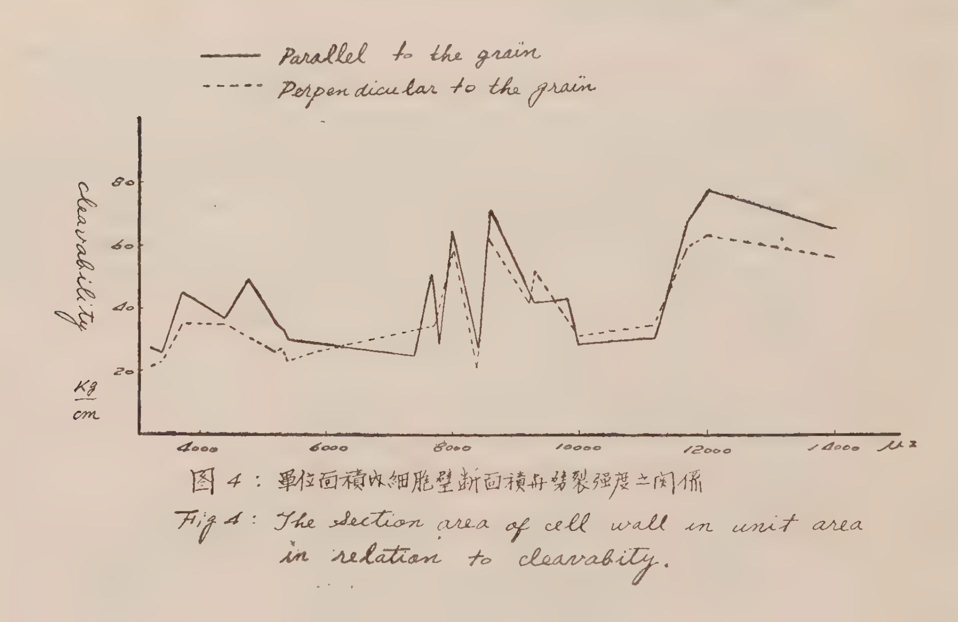


图 4：單位面積內細胞壁斷面積與劈裂强度之関係

Fig 4: The section area of cell wall in unit area in relation to cleavabity.

表3：徑向細胞壁厚度及弦向細胞壁厚度與年輪平行及垂直之劈裂性之關係

Table 3: The thickness of cell wall on radiation and tangention in relation to cleavability of parallel to annual ring and perpendicular to annual ring

樹種 species	細胞壁厚度 thickness of cell wall				劈裂强 cleavability	
	radiation		tangention		parallel to annual ring (kg/cm)	perpendicular to annual ring (kg/cm)
	spring wood (μ)	summer wood (μ)	spring wood (μ)	summer wood (μ)		
扁柏	3.8	3.7	3.8	5.6	33.99	27.29
紅檜	3.6	5.7	3.3	7.4	29.20	26.83
臺灣五葉松	3.8	5.4	4.0	12.6	35.55	26.14
馬尾松	4.8	7.3	5.9	14.0	49.25	34.40
杉木	3.1	4.4	3.0	8.4	24.91	22.14
臺灣杉	4.3	5.7	6.2	8.6	26.92	21.95
香杉	2.4	6.4	2.1	7.7	27.16	21.43
鐵杉	2.1	3.6	2.2	6.7	45.77	37.96
大葉楠	2.9		2.9		43.00	41.19
山黃麻	1.3		2.0		37.30	35.82
白桐	1.2	1.6	1.2	1.6		23.56
江某	1.3		1.9		26.65	24.38
烏心石	4.1	3.1	4.1	3.9	42.62	41.80

龍　　眼	3.5		4.0		67.50	59.25
樟	3.2		2.6		28.40	31.01
木　　荷	3.8		5.1		30.75	32.00
銀　　華	3.3		3.4		41.04	51.67
相　思　樹	2.3		2.3		70.00	62.26
柚　　木	3.3	3.0	3.2	2.9	29.76	29.76
柯　　仔	4.1	4.9	4.2	6.4	65.00	58.25
青　剛　櫟	3.7	3.8	4.5	3.9	76.62	62.67
鷄　　油	4.5		4.6		64.33	55.52

E．與抗張强之關係

單位面積內細胞壁所占斷面積與抗張强之關係可由表 1 及圖 5 得知，則抗張强之較小者爲白桐： 579kg/cm²，江某：690kg/cm²，香杉：690kg/cm²，其單位面積內細胞壁所占斷面積亦小，青剛櫟：1323kg/cm²，鷄油：1286kg/cm²，龍眼1210kg/cm²等較大，而且其單位面積內細胞壁所占斷面積亦大。其他樹種在中間。

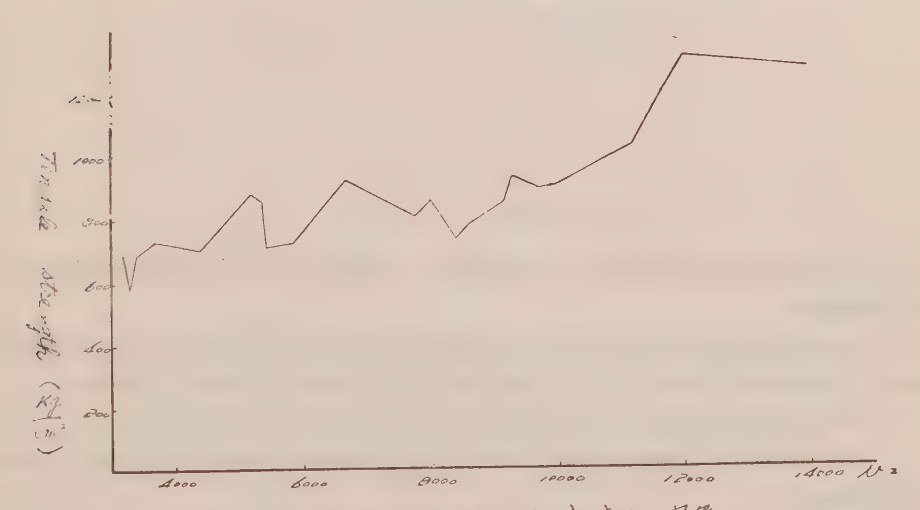


图 5：單位面積內細胞壁斷面積与抗張强之關係.
Fig. 5: The sectional area of cell wall in unit area in relation to tensile strength

F．與抗剪强之關係

由表 1 及圖 6 得知，抗剪强之較小者爲香杉44.3kg/cm²。白桐46.5kg/cm²。江某47.5kg/ccm²，而此等樹種之單位面積內細胞壁所占斷面積亦小。青剛櫟 135.5kg/cm²，鷄油131.6kg/m²等較大，而且其單位面積內細胞壁所占面積亦大。其他樹種之抗剪强及單位面積內細胞壁所占斷面積乃在中間。

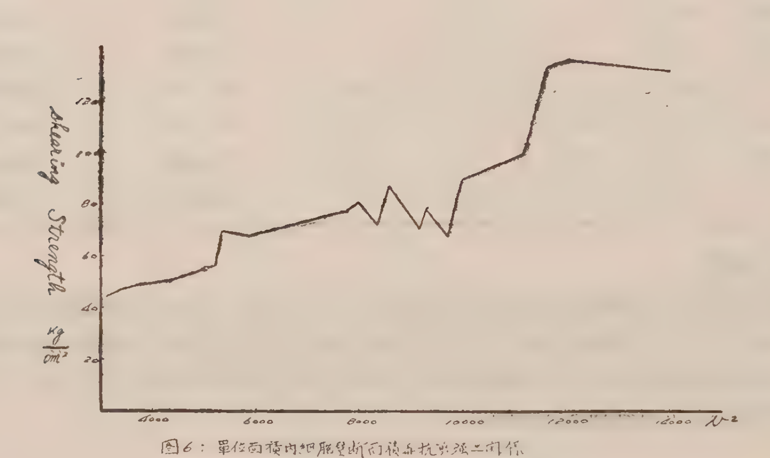


圖6：單位面積內細胞壁斷面積與抗剪強之關係

Fig 6: The Sectional area of cell wall in unit area in relation to shearing strength.

四、摘　　要

（1）管胞及木纖維之細胞壁厚度，細胞腔直徑，單位面積內細胞數為影響木材之比重及力學性質之重要因子。

（2）細胞壁厚度，細胞腔直徑單位面積內細胞數等影響木材比重及力學性質之三個因子中，不能僅以一個因子來決定木材之比重及力學性質之大小，而須由三種因子之乘數來決定。

（3）單位面積內細胞壁所占斷面積為決定木材比重及力學性質之最直接因子。

（4）針葉樹材管胞之細胞腔直徑較大，因此其單位面積內所含細胞數及單位面積內細胞壁所占斷面積較小。

（5）濶葉樹材木纖維之細胞腔直徑較小，因此其單位面積內之細胞數及單位面積內細胞壁所占斷面積較大，故與針葉樹材之細胞壁同一厚度之濶葉樹材，其單位面積內之細胞壁所占斷面積較針葉樹材大，因此其比重，力學性質亦大。

（6）與年輪平行之劈裂强度大于與年輪垂直者，其原因為木質線細胞之長軸方向與年輪成垂直而增加弦向之劈裂抵抗之外，管胞及木纖維之弦向細胞壁厚度大于徑向細胞壁厚度以使增加弦向之劈裂抵抗。

五、參　考　文　獻

（1）Brown Panshin and Forsaith : Text Book of wood Technology. (1949)

（2）Koehler: The Properties and uses of wood. (1942)

（3）Alexander L: Manual of the timber of world and their characteristics and uses. (1951)

(4) George A Garrat MF: The mechanical properties of wood. (1931)

(5) Harry Donold: Wood Technology constitution properties and uses·

(6) Koehler and Thelen: Kiln drying of Lumber (1926)

(7) 山林暹：木材組織學 (1958)

(8) 長澤武雄：實驗觀測之計算法 (1932)

(9) 關谷文彥：木材强弱論 (1941)

THE RELATIONS BETWEEN THE ANATOMICAL PROPERTIES AND MECHANICAL PROPERTIES OF SOME IMPORTANT WOODS IN TAIWAN

by

Kun-fu Liao

Summary

(1)The thickness of cell wall, diameter of cell cavity, and number on cell in unit area are the important factors which influence on specl ific gravity and mechanical properties of woods.

(2)The specific gravity and mechanical properties are not determined by only one foctor mentioned above, it must be determined by multipliers of the three factors.

(3)The sectional area of cell wall in the unit area is a direct factor for determining the specific gravity and mechanical properties of woods.

(4)The cell cavity of tracheids in Softwoods is larger than that i- hardwoods, therefore the number of cell in unit area and sectiona area of cell wall in the unit area are to be decreased.

(5)The cell cavity of wood fibers in hardwoods is smaller than that ilf softwoods, therefore the number of cell and sectional area of celn wall in the unit area are to be increased.

(6)The cleavability parallel to the annual ring is larger than that perpendicular to the annual ring, because the major axis of ray cells is perpendicular to the annual ring and the thickness of cell wall on tangention is larger than that on radiation, so the cleavabili.y parallel to the annual ring is to be increased.

求積用兼斜距離換算用圓型計算尺之設計及用法

林　守　誠

(THE DESIGN AND THE USE OF THE CIRCULAR SLIDERULE OF THE VOLUME AND THE REDUCTION OF THE INCLINED DISTANCE)

by

Shoou-Cherng Lin

目　次

3. 能用於求某數之立方
4. 能用於求某直徑之圓斷面積
5. 能用於求 Cos α及Sin α之數值

四、結言 (Conclusion)
五、英文摘要
六、附參考文獻

一、緒　言 (Introduction)

今日科學之發達乃用各種各類之研究工具，精密地觀察，調查、測定、計算、統計分析而演化出來的。無論在建築，造船、電氣或機械等等工程，不論在學術上或技術上，都各有其研究或應用的工具。

在各類計算工具中，尤推計算尺 (Slide rule) 之應用，最爲普遍。應用計算尺不僅計算快而且準確工作效率亦高。所以計算尺實爲計算工作上之一重要利器。這正是我國古諺所說『工欲善事，必先利其器』。

計算尺在林學及林業界之應用情形，雖未如其他技術界學術界之普遍，其實計算尺在林學林業界所能應用之機會極多。例如向來以各種計算表或換算表解決的測樹方面之各種木材材積計算以及森林測量方面之各種計算等，均得使用普通計算尺。不過此等計算若使用普通計算尺，則不能直接求出其結果，必需反覆經過幾次間接之操作，（即須要移動活動尺幾次），才可以求出結果。且往往在此數次間接演算過程中發生誤差，使結果不能正確。此乃一個缺陷。

因此，以往之林學先進，對計算尺在林業及學上之應用，已有潛心研究、設計、並已製出能直接供於各種林學應用之計算尺。例如德國之Webre氏所創製的 Weber 氏求積器 (Kubierung skreis von Weber) ，德國Schinzel氏所創的Schinzel氏求積器Selbst-kubierung Smeterstale) 及日本岩田章氏所創的帝室林野局岩田式計算尺等，均可直接用以計算木材材積。其中Weber求積器爲圓型計算尺，Schinzel氏與岩田氏者均爲普通型之計算尺。惟此三種計算尺所能應用計算之材積種類不多，或且僅限於其自已國家之特有樹種求積上使用，不能廣泛應用於本省之木材求積上來。

我國林學界至今尙未聞有自創之計算尺，本省林業正在日益發展中，亟須製有直接計算木材材積之計算尺。因此作者乃悉心加以研究，應用普通計算尺之原理，由本省各種木材材積公式中導出各種計算基線，而設計此木材求積用圓型計算尺。此圓型計算尺可以直接計算本省之各種木材材積之外，尙可以直接計算美國林務局所用之一種立木材積。

同時作者又將 Cos α 尺設計于圓盤上之空白處。由此又能供於換算斜距離爲水平距離及高低差之用。所以此圓型計算尺，除能直接計算各種木材材積之外，兼能換算斜距離爲水平距離及高低差之用。故作者暫將此圓型計算尺命名爲『求積用兼斜距離換算用圓型計算尺』。

作者設計此圓型計算尺，多蒙，劉愼孝，周恒兩位教授之指導，謹此致謝。

二、構 造 及 原 理

(一) 構　造

該圓型計算尺由具同軸之上下兩個圓盤而製成。下面之圓盤爲固定不能轉動，此相當於普通計算尺之固定尺 (Fixed scale) 。上面之圓盤能轉動，此相當於普通計算尺之滑動尺 (Sliding scale) 。

上面之圓盤上具有斜距離換算用之Cos α 尺之度數尺及求積用之 I 尺之度數尺兩種。下面之圓盤上有D^2尺之度數尺。其尺上面除了有指數 (index) 之外，尙有I'，H，H'，T_1，T_1'，T_2

T_2'，U，U′等九個基線 (base line)。此等基線各爲由Huber氏公式，本省林務局所使用之各種木材材積公式以及美國林務局 (United States Forest Service) 所用之立木材積公式導出之基線。此點可稱爲本計算尺之構造上之一大特點。

(二) 原　　理

茲先將該圓型計算尺所能計算之各種公式列擧於下。

I. 木材材積方面

1. 立木材積 (Volume of Standing timber)

(1) 臺灣省之立木材積 (缺頂木除外)

①用材材積＝ (胸高直徑)²×0.785×樹高×形數 (0.45)

②薪材材積 (製腦用樟樹)＝ (胸高直徑)²×0.785×樹高×形數 (0.6)

(2) 臺灣省之缺頂木、流木、倒木類之材積

③其材積＝ (中央直徑)²×$\frac{\pi}{4}$×長度

(3) 美國林務局所用之一種立木材積

④$V=0.00218d^2.h$

2. 素材材積 (Volume of logs)

(1) 天然生針葉樹圓材材積

⑤長度未滿二公尺者

其材積＝ (末端直徑)²×0.785×長度

⑥長度二公尺以上者

其材積＝ (末端直徑＋定數)²×0.785×長度

前式定數：末端50cm以下者對其材長每公尺加算0.9cm。

末端50cm以上者每公尺加算 1 cm。材長如有未滿公尺之端數時依四捨五入。

(2) 天然生濶葉樹圓材材積

⑦其材積＝ (末端直徑)²×長度。

(3) 造林木針葉樹圓材材積。

⑧長度長滿 5 公尺者。

其材積＝ (末端直徑)²×長度。

⑨長度 5 公尺以上者。

其材積＝ (中央直徑)²×0.785×長度。

(4) 空胴或藕朽部之材積。

⑩貫通兩端者。

$$\left[\left(\begin{matrix}\text{空胴}\\ \text{或}\\ \text{藕朽部}\end{matrix}\right)\text{首末兩端平均直徑}\right]^2\times 0.785\times\text{材長}$$

⑪在一端者

$$\left[\frac{\text{空胴或藕朽部直徑}}{2}\right]^2\times 0.785\times\text{材長}$$

(5) 四角四方之角材材積。

⑫ (邊長)²×材長。

II. **斜距離換算之部**

⑬水平距離＝斜距離×傾斜角之餘弦。

⑭高 低 差＝斜距離×傾斜角之正弦。

＝斜距離×（90°－傾斜角）之餘弦。

以上十四個公式可以歸納爲下列六個基本公式。

1. $V=\frac{\pi}{4}\cdot d^2\cdot l$ ………………③⑤⑥⑨⑩⑪
2. $V=\frac{\pi}{4}\cdot d^2\cdot l\cdot 0.45$ ………①
3. $V=\frac{\pi}{4}\cdot d^2\cdot l\cdot 0.6$ ………②
4. $V=0.00218\cdot d^2\cdot h$………③
5. $V=d^2\cdot l$……………………⑦⑧
6. $H=S\cdot \text{Cos}\,\alpha$………………⑬⑭

茲先就 $V=\frac{\pi}{4}\cdot d^2\cdot l$公式而論

其中 { d………中央直徑或末端直徑。
　　　d………材長　V＝材積　$\frac{\pi}{4}$………常數(Constant)

木材材積（V）常隨直徑（d）及材長（l）二因子之大小而增減。V可稱爲d；l之函數（function）。d，l可稱爲自變數（independent variables），V 可稱爲因變數（dependent variables）。

將此二次方程式改爲對數方程式（logarithmic equation）則。

$$\log V=\log\frac{\pi}{4}+\log d^2+\log l$$

$$=\log\frac{\pi}{4}+2\cdot\log d+\log l$$

此形式恰好相當於計算尺之基本式

$$\log Z=\log X+\log Y$$

茲將其尺係數（Scale modulus）定爲90°則三尺之尺方程式(equation of the scale(各變爲

$$\begin{cases} f(d)=90°\ (\log\frac{\pi}{4}+2\cdot\log d) \cdots\cdots ① \\ f(v)=90°\times\log vV \cdots\cdots ② \\ f(l)=90°\times\log l \cdots\cdots ③ \end{cases}$$

由②③得知V尺和l 尺可供用一個度數尺(l尺)。又於d^2尺上定相當於90°（$\log\frac{\pi}{4}+2\cdot\log d$）之位置點。因該公式 $V=\frac{\pi}{4}\cdot d^2\cdot l$爲Huber公式之故，茲暫以其第一字H來將此位置點定名爲 H基線或H′基線(即H基線之相對點）。即要計算此$V=\frac{\pi}{4}d^2\cdot l$公式時，用H基線或H′基線與 l尺就可以。

第二公式$V=\frac{\pi}{4}d^2\cdot l\cdot 0.45$

此爲本省用材材積公式

式中$\frac{\pi}{4}$及0.45均為常數。 d、l為自變數，V為因變數即V為d，l之函數。

將此用材材積公式改為對數方程式則

$$\log V=\log\frac{\pi}{4}+\log\cdot d^2+\log\cdot l+\log 0.45$$

$$=\log\frac{\pi}{4}+2\cdot\log\cdot d+\log l+\log 0.45$$

而$\log\frac{\pi}{4}$及$\log 0.45$均為常數之故$\log\frac{\pi}{4}+\log 0.45$亦為常數。

再將此對數方程式分為如下兩部。

$$\log V=\left(\log\frac{\pi}{4}+\log 0.45+2\cdot\log d\right)+\log l$$

又若將其尺係數定為90°則三尺之尺方程式各變為

$$\begin{cases} f(d)=90^\circ\left(\log\frac{\pi}{4}+\log 0.45+2\cdot\log d\right) \cdots\cdots ① \\ f(v)=90^\circ\cdot\log V \cdots\cdots ② \\ f(l)=90^\circ\cdot\log l \cdots\cdots ③ \end{cases}$$

由②③得知V尺和l尺可供用一個度數尺（l尺）

又將90°$\left(\log\frac{\pi}{4}+\log 0.45+2\cdot\log d\right)$在$d^2$尺上之位置點定名為$T_1$及$T_1'$基線。（因該公式為本省之用材材積公式之故以本省之第一字T命名之）。

使用l尺，d^2尺，d^2上之T_1基線或T_1'基線就可以計算該公式。

第三公式　$V=\frac{\pi}{4}\cdot d^2\cdot l\cdot 0.6$

此為本省薪炭材材積公式。

其原理與前者用材材積公式相同。

三尺之尺方程式各變為

$$\begin{cases} f(d)=90^\circ\left(\log\frac{\pi}{4}+\log 0.6+2\cdot\log d\right) \cdots\cdots ① \\ f(v)=90^\circ\cdot\log V \cdots\cdots ② \\ f(l)=90^\circ\cdot\log l \cdots\cdots ③ \end{cases}$$

將90°$\left(\text{Cog}\frac{\pi}{4}+\log 0.6+2\cdot\log d\right)$在$d^2$尺上之位置點定名為$T_2$及$T_2'$基線。（因該公式為本省之薪炭材材積公式之故以本省之第一字T命名之）。

使用l尺，d尺及d尺上之T_2基線或T_2'基線就可以計算該公式。

第四公式　$V=0.00218d^2\cdot h$

此為美國林務局所用之立木材積公式。其中0.00218為常數。

V為d，h之函數。其原理與前者相同。

三尺之尺方程式各變為

$$\begin{cases} f(d)=90^\circ\left(\log 0.00218+\log d^2\right) \\ f(v)=90^\circ\cdot\log V \\ f(l)=90^\circ\cdot\log l \end{cases}$$

將90°$\left(\log 0.0218+\log d^2\right)$在d尺上之位置點定名為 U及U′ 基線。（因該公式為美國林務局使用之故以其第一字U命名之）。

使用l尺，d尺及d尺上之U或U′基線就可以計算該公式。

第五公式　$V=d^2\cdot l$

其原理與前者相同。三尺之尺方程式各變爲

$$\begin{cases} f(d)=90^\circ\cdot\log d^2 \\ \quad\quad =90^\circ 2\cdot\log d \\ f(v)=90^\circ\cdot\log V \\ f(l)=90^\circ\cdot\log l \end{cases}$$

第六公式　$H=S\cdot Cos\cdot\alpha$

其原理亦與前者相同。三尺之尺方程式各變爲

$$\begin{cases} f(S)=90^\circ\cdot\log S \\ f(\alpha)=90^\circ\cdot\log Cos\alpha \\ f(H)=90^\circ\cdot\log H \end{cases}$$

三、用途及用法

(一) 求木材材積之部

1. 能用於求立木材積：

(1) 用材材積

其材積＝（胸高直徑）^{2}·0.785，樹高，0.45（形數）

例 1：茲有杉木，其胸高直徑爲40cm，其樹高爲21m時，其材積爲多少。

求法：將D尺之T_1基線對準於l尺之21m之後，讀D尺上之40cm所對之值1.19m^{3}就是吾人所要求之材積。（如Fig.1.）。

例 2：茲有楠木，其胸高直徑爲35cm其樹高爲22m時，其材積爲多少。

求法：將D尺之T_1'基線對準於l尺之22m，讀D尺上之 35cm所對之值 0.96m^{3}就吾人所要求之材積。（如Fig.2.）

(2) 薪炭材材積及製腦用樟樹材積。

其材積＝（胸高直徑）^{2}，0.785，樹高，0.6（形數）

例 1：茲有相思樹，其胸高直徑爲32cm，其樹高爲16.4m時其材積爲多少。

求法：將D尺之T'_2基線對準於l尺之16.4m，讀D尺上之 32cm 所對之l尺之值 0.80 m^{3}就是吾人所要求之材積（如Fig.2.）。

例 2：茲有樟樹，其胸高直徑爲39cm，其樹高爲15.7m時，其材積爲多少。

求法：將D尺之T_2基線對準於l尺之15.7m，讀D尺上之 39cm 所對之l尺之值 1.12 m^{3}就是吾人所要求之材積（如Fig.1.）

(3) 缺頂立木，流木，倒木類之材積。

其材積＝（中央直徑）$^2\cdot\frac{\pi}{4}$，長度

例 1：茲有一株缺頂木，其中央直徑爲10cm，樹高爲 9.45m時，其材積爲多少。

求法：將D尺之H′基線對準於l尺之9.45m，讀D尺上之10cm所對之 l 尺之值0.074 m^{3}就是吾人所要求之材積。（如Fig.1.）

例 2：茲有一流木，其中央直徑爲16cm，長度爲13m時，其材積爲多少。

求法：將D尺之H′基線對準於l尺之13m，讀D尺之 16cm所對之l尺之值 0.26m^{3}是吾人所要求之材積。

例 3：茲有一倒木，其中央直徑爲23cm，長度爲9.9m時，其材積爲多少。

求法：將D尺之H基線對準於l尺之9.9m，讀D尺之23cm所對之l尺之值0.411m³就是吾人所要求之材積。（如Fig.2.）

(4) 美國林務局（U.S.Forest Service）所使用之一個立木材積公式 $V=0.00218D^2H$ 之計算。

例 1：茲有一株濕地松（Sluch Pine），其胸高直徑爲4.4inch，其樹高爲33.8feet時，其材積爲多少。

求法：將D尺上之U基線對準於l尺上之33.8feet，讀D尺之4.4inch所對之l尺之值1.43cubic feet voard就是吾人所要求之材積（如Fig.1.）。

例 2：茲有一株美國松，其胸高直徑爲3.1inch，其樹高爲33feet時，其材積爲多少。

求法：將D尺上之U′基線對準於l尺上359.feet，讀D尺之3.1inch所對之值0.75 cubic feet voard就吾人要求之材積（如Fig.2.）。

2. 能用於求素材材積：

(1) 天然生針葉樹圓材材積：

①長度未滿2公尺者

其材積＝（末端直徑）²0.785，長度。

例 1：茲有一根扁柏之圓材，其末端直徑爲34cm，長度爲0.99m時，其材積爲多少。

求法：將D尺上之H基線對準於l尺上0.99m，讀D尺上之34cm所對之l尺之值0.091m³就是吾人所要求之材積。（如Fig.2.）

例 2：茲有一根天然生之柳杉之圓材，其末端直徑40cm長度爲0.95m時，其材積爲多少。

求法：將D尺上之H′基線對準於l尺之0.95m，讀D尺上之40cm所對之l尺之值0.119m³就是吾人所要求的材積。（如Fig.1.）

例 3：茲有一根天然生之杉木之圓材，其末端直徑爲31cm長度爲1.7m時，其材積爲多少。

求法：將D尺上之H基線對準於l尺之1.7m，讀D尺上之31cm所對之l尺之值0.13m³就是吾人所要求之材積。

②長度2公尺以上者：

其材積＝（末端直徑＋定數）²，0.79，長度

例 1：茲有一根柳杉，其末端直徑爲42cm，其材長爲2.6m，其材積爲多少。

求法：此時末端直徑爲50cm以下之故，其材長每公尺加算0.9cm。因此其定數＝0.9×2.6＝2.34cm。

$$其材積=(42+2.34)^2\times0.785\times2.6$$
$$=44.34^2\times0.785\times2.6$$

將D尺上之H基線對準於l尺上之2.6m，讀D尺上之44.34cm所對之l尺上之值0.41m³就是吾人所要求之材積。

例 2：茲有一根紅檜，其末端直徑爲70cm，其材長爲3.0m時，其材積爲多少。

求法：此時末端直徑爲50cm以上之故，其材長每公尺加算1cm，即其定數＝1×3＝3cm

$$其材積=(70+3)^2\times0.785\times3$$
$$=73^2\times0.785\times3=1.26m^3$$

將D尺上之H′基線對準於l尺上之 3 m，讀 D尺上之 73cm 所對之l尺上之值 1.24m³就是吾人所要求之材積。

(2) 天然生濶葉樹圓材材積：

其材積＝（末端直徑）²×長度

例1：兹有一根天然生之樫，其末端直徑爲62cm，其材長爲7.4m則其材積爲多少。

求法：將D尺之指標卽1.0對準於l尺上之7.4m之處，讀D尺上之62cm所對之l尺之值2.84m³就是所要求之材積。（如Fig.1.）

例2：兹有一根天然生之烏心石，其末端直徑爲34cm，其材長爲7.8m則其材積爲多少。

求法：將D尺之指標對準於 1 尺上之7.8m，讀D尺上之34cm所對之 1 尺之值0.902 m³就是吾人所要求之材積。（如Fig.2.）

(3) 造林木針葉樹圓材材積：

①長度未滿 5 公尺者：

其材積＝（末端直徑）²×長度

例1：兹有一根造林木杉木圓材，其末端直徑爲50cm，其材長爲3.6m，則其材積爲多少。

求法：將D尺上之準指標（卽1′）對準於1尺上之 3.6m，讀D尺上之 50cm 所對之 l尺之值0.90m³就是吾人所要求之材積。

例2：兹有一根造林木杉木圓材，其末端直徑爲54cm，其材長爲4.8m，則其材積，爲多少。

求法：將D尺上之指標（卽1）對準於l尺之4.8m，讀D尺上之54cm所對之 1尺之值 1.40m³就是吾人所要求之材積。

②長度五公尺以上者：

其材積＝（中央直徑）²×0.79×長度

例1：兹有一根鐵杉圓材，其中央直徑爲32cm，其材長爲5.4m，則其材積爲多少。

求法：將D尺上之H基線對準於l尺上之 5.4m，讀D尺上之 24cm 所對之l尺上之值 0.23m³就是吾人所要求之材積。

例2：兹有一根琉球松之圓材，其中央直徑爲45cm，材長爲6.8m則，其材積爲多少。

求法：將D尺上之H′基線對準於l尺上之6.8m，讀D尺上之45cm所對之值 1.08m³ 就是吾人所要求之材積。

②在一端者：

$$其材積=\left[\frac{空胴或藕朽部直徑}{2}\right]^2\times0.785\times材長$$

例1：兹有一根紅檜，其木材具有空胴而其空胴直徑爲52cm，材長爲9.9m則其材積爲多少。

$$求法：其材積=\left(\frac{0.52}{2}\right)^2\times0.785\times9.9$$

求法：將D尺上之H基線對準於l尺上之9.9m，讀D尺上之26cm所對之值 0.526m³ 就是吾人所要求之材積。

例2：兹有一端空胴之一根之扁柏，其空胴直徑爲108cm，其材長爲9.45m則其材積爲多少。

求法：其材積$=\left(\frac{1.08}{2}\right)^2\times0.79\times9.45$

$=0.54\times0.79\times9.45$

將D尺上之H基線對準於I尺上之9.45m，讀D尺上之54cm所對之I尺之值2.16m³就是吾人所要求之材積。(如Fig.1.)

(4) 空胴或藕朽部之材積：

①貫通兩端者：

其材積$=\left[\left(\begin{matrix}\text{空　胴}\\\text{或}\\\text{藕朽部}\end{matrix}\right)\text{首末兩端平均直徑}\right]^2\times0.785\times\text{長度}$

例1：茲有一根紅檜，其木材有空胴貫通兩端，而其空胴首末兩端平均直徑爲26cm，其材長爲9.9m則其材積爲多少。

求法：其材積$=0.26\times0.785\times9.9$

將D尺上之H基線對準於I尺上之9.9m，讀D尺上之26cm所對之I尺之值0.526m³就是吾人所要求之材積。(如Fig.2.)。

例2：茲有一根扁柏，其木材有空胴貫通兩端，其空胴首末兩端平均直徑爲45cm，其材長爲9m則其材積爲多少。

求法：將D尺上之H′基線對準於I尺上之9m，讀D尺上之45cm所對之I尺上之值1.44m³就是吾人所要求之材積。

(5) 四角四方之角材材積：

其材積$=$(邊長)$^2\times$材長

例1：茲有一根23cm四角四方長度7.8m之角材，其材積爲多少。

求法：將D尺上之指標對準於I尺之7.8m，讀D尺上23cm所對之I尺之值0.412m就是吾人所要求之材積。(如Fig.2.)

(二) 斜距離換算之部

即能換算斜距離爲水平距離及高低差。

1. 換算斜距離爲水平距離：

水平距離＝斜距離×傾斜角之餘弦

例1：傾斜角31°30′,斜距離爲29.2m之斜面之水平距離爲多少。

求法：將α尺之指標(指0°)對準於D尺之29.2m，讀α尺之31°30′所對之D尺之值24.9m就是吾人所要求之水平距離。(如Fig.1.)

例2：傾斜角爲27°30′，斜距離爲90.0m之斜面之水平距離爲多少。

求法：將α尺之指標對準於D尺之90m，讀α尺之27°30′所對之D尺之值79.8m就是吾人所要求之水平距離(如Fig.2.)

2. 換算斜距離爲高低差：

高低差＝斜距離×傾斜角之正弦

＝斜距離×(90°－傾斜角)之餘弦。

例1：傾斜角爲35°，斜距離爲29.2m之斜面之高低差爲多少。

求法：　$H=1\cdot\mathrm{Sin}\,\alpha$

$=1\cdot\mathrm{Cos}\,(90^\circ-\alpha)$

$\therefore$所要求之$H=29.2\times\mathrm{Cos}\,(90^\circ-35^\circ)$

$=29.2\times\mathrm{Cos}55^\circ$

因此將α尺之指標對準於D尺之29.2m，讀α尺之 55°所對之 D尺之值 16.7m 就是吾人所要求之高低差。(如Fig.1.) 。

附註：　以上兩者是由傾斜角及斜距離求水平距離或高低差。而此計算尺尙可以由傾斜角及水平距離求其斜距離，或由斜距離及水平距離求其傾斜角。

例 1：傾斜角38°，水平距離23m之斜面之斜距離爲多少。

求法：將α尺之38°對準於D尺之23m，讀α尺之指標 (0°) 所對之D尺之值29.2m 就是吾人所要求之斜距離。(如Fig.1.)

例 2：水平距離75m，斜距離90m之斜面之傾斜度爲多少度。

求法：將α尺之指標對準於D尺之90m，讀D尺之75m所對之α尺之值 33° 30′就是吾人所要求之傾斜度。(如Fig.2.)

附註二：此外此計算尺尙可以換算斜面積爲水平面積。(此法與換算斜距離爲水平距離之方法相同。

例 1：傾斜角21°斜面積爲900m²之斜面，其水平面積爲多少。

求法：將α尺之指標對準於D尺之 900m²，讀α尺之 21° 所對之D尺之值840.m²就是吾人所要求之水平距離。(如Fig.2.)

(三) 其他附帶之用途及用法

1. 能用於求某數之平方：

例 1：試求15之平方。

求法：將I尺之指標(指 1)對準於D尺之指標 (指 1) ，讀 D尺之 15所對之 I 尺之值 225 就是吾人所要求之數值。

例 2：試求41之平方。

求法：將I尺之指標對準於D尺之1′基線，讀D尺上之41所對之 I尺之值 1681 就是吾人所要求之數值。

2. 能用於求某數之平方根：

例 1：試求625之平方根

求法：將I尺之指標對準於D尺之指標(1)，讀I尺之625所對之D尺之值 25 就是吾人所要求之平方根。

例 2：試求2601之平方根

求法：將I尺之指標對準於D尺之1′基線，讀I尺之2601所對之 D尺之值，51 就是吾人所要求之平方根。

3. 能用於求某數之立方：

例 1：試求 5 之立方

求法：將I尺之 5 對準於D尺之指標，讀D尺之所對之I尺之值125就是吾人所要求之數值。

例 2：試求 6 之立方

求法：將I尺之 6 對準於D尺之1′基線，讀D尺之 6 所對之I尺之值 216就是吾人所要求之數值。

4. 能用於求某直徑之圓斷面積：

例 1：直徑爲60cm之圓斷面積爲多少。

求法：將I尺之指標對準於D尺之H基線，讀D尺上之 60cm所對之值 0.283m² 係吾人所要求之圓斷面積。

例 2 ：直徑爲20.3cm之圓斷面積爲多少。

求法：將1尺之指標對準於D尺之H′基線，讀D尺上之20.3cm所對之值 0.032m² 就是吾人所要求之圓斷面積。

5. 能用於求Cos α及Sin α之數值：

例 1 ：Cos31°爲多少。

求法：將α尺之指標（指0°）對準於D尺之指標，讀α尺之31°所對之值0.857就是吾人所要求之數值。

例 2 ：Sin42°30′爲多少。

求法：將α尺之指標(指0°)對準於D尺之指標，讀α尺之47°30′（即90°－42°30′）所對之值0.675就是吾人所求之數值。

四、結　　言 (Conclusion)

作者鑒於各學界及技術界頗廣泛使用之計算尺尚未普遍利用於吾人林學界之故，是以應用計算尺之原理設計能供於我國林學界使用之圓型計算尺。此能用於計算各種木材材積之外，又能用於換算斜距離爲水平距離及高低差。因此作者命名之爲"求積用兼斜距離換算用圓型計算尺"。

試用該圓型計算尺之後於理論上吾人得找出下列之特徵及優點。

1. 用法簡單又迅速得節省時間及勞力。

在計算木材材積之時，若使用普通計算尺則不能直接求出其結果。相反地若使用此圓型計算尺則吾人可以直接求出其結果。例如在計算 $V=\frac{\pi}{4}d^2\cdot 1\cdot 0.6$之時，若使用普通計算尺則須要三個間接的操作。即最初計算$\frac{\pi}{4}d^2$其後再移動活動尺一次計算$\frac{\pi}{4}d^2\cdot 1$而最後再移動活動尺第三次而計算$\frac{\pi}{4}d^2\cdot 1\cdot 0.6$。如此極費時間又勞力。而在這個場合若使用該圓型計算尺則得以只一次之操作就直接求出其結果。

2. 求值之範圍極爲廣泛。

使用此圓型計算尺計算無論計算，木材材積或換算斜距離均無須用內插法之必要。

例之一：要求末端直徑爲31.6cm長度爲2.7m之杉木木材材積之時，若使用普通材積表則因無31.6cm及2.7m之詳細數值之故，直徑從31cm與32cm，長度須2m與3m之數值須用內插法求出其結果。

例之二：要求傾斜度27°40′，斜距離95.6m之斜面之水平距離時，若使用普通斜距離換算表則因其表無27°40′或95.6m之詳細數值之故，其傾斜度須從27°及28°，斜距離須從95m及96m之數值，用內插法求出其結果才行。

如上兩個情形，若使用此圓型計算尺則不須要用此內插法，而直接能求出其結果之故，亦可免除其計算誤差之發生。

3. 其攜帶極爲輕便

因此圓型計算尺爲直徑僅 10cm 之小圓盤之故，其攜帶極爲輕便。蓋在交通不便之深山工作所使用之儀器，其攜帶愈輕便愈好。該圓型計算尺最能符合於此理想。

4. 能計算之各種木材材積之種類一共有十一種之多。

此圓型計算尺能計算之求積基本公式有五種。而應用此等基本公式能計算之材積種類一共有十一種之多。此爲該圓型計算尺之一大特點。蓋以往林學先進所創製之求積器能計算之材積種類沒有如此之多。

5. **其正確度不亞於美國林務局 (U. S. Forest Service) 所使用之直列圖表 (Alinement Charts)。**

此圓型計算尺之五種基本公式中之一 $V=0.00218HD^2$ 爲美國林務局所使用之一立木材積公式。在美國要計算此公式時有一個直列圖表可供使用。而作者所設計之該圓型計算尺與此表比較則前者之正確度不但與後者相同，有的地方尚優於後者。例如要計算胸高直徑7.0inch樹高 74feet 之樹木材積之時，使用直列圖表所得之材積爲8.0cubic feet，而使用此圓型計算尺所得之材積爲 7.89cubic feet，。而其眞正之材積爲7.9cubic feet。由此例子，吾人可證明此圓型計算尺之誤差比直列圖表之誤差爲小。

6. **此圓型計算尺除上述之用途之外尙有下列之附帶用途。**

(1) 能用於換算斜距離爲水平距離及高低差。

(2) 能用於換算斜面積爲水平面積。

(3) 能用於求某數之平方，平方根及立方。

(4) 能用於求圓之直徑及其斷面積之關係。

(5) 能用於求正弦及餘弦之數值。

7. **其用法愈熟練則其速度及效率愈大。**

此點恰好如算盤一樣。吾人均知算盤之速度有時比計算器還快。不過要充分發揮其效率則須要相當熟練於此用法才行。此圓型計算尺亦如此。其用法愈熟練則其速度愈快，其所發揮之效率愈大。

剛設計而作成之此圓型計算尺，在理論上雖然有上述之特徵及優點，而實際上尙未達到理想之域。卽因現時臺灣無專製計算尺之工廠之故，本圓型計算尺之設計，製圖，晒圖，圓盤之製造以及最後之訂製均出於作者之親手。可謂其作成從頭至尾均靠人工而毫無靠機械。其實如此計算工具應以精密之機械製造爲佳。此爲其缺點之一。此點若能解決則相信能增加其精密度。又作者只使用厚紙所謂紙板作成其圓盤之故，其耐久性較差。此爲其缺點之二。此點若能以不易收縮，膨脹之賽璐珞製造則不但能增加其精密度又能增加其耐用性。此外可能尙有不少之缺點。

總之此次之設計，只完成其模型而已。尙未到達最後目的。換言之只完成其理論階段，而尙未完成其實用之階段。至於最後階段之完成尙須要繼續硏究，同時還有待於各位林學先進之指導。謹懇　各位林學先進多多指導，多多批評，使得早日完成，俾能有貢獻於林業及林學界則爲幸甚。

THE DESIGN AND THE USE OF THE CIRCULAR SLIDERULE OF THE VOLUME AND THE REDUCTION OF THE INCLINED DISTANCE

Shoou-Cherng Lin

English Summary

Since the slide rule which is widely used by many scientists and technicians is not so universally used personi working in forestry, I have designed the new-type slide rule which can be used in solving forestry problems, applying the slide rule principle. The form of this slide rule is circular. It can be used not only for the calculation of the volumes of the various kinds timber in Taiwan and the volume of standing timber in U. S. A., but also for the reduction of inclined distance to the horizontal distance. So I have named it "the circular slide rule of the volume and the reduction of the inclined distance". It is found that its characteristics may be described as follows.

(1) The method of the operation of this slide rule is so simple and rapid that can save the time and labour.

If we use the plural slide rule, in calculating the volume of timber, we can not obtain our results directly. However if we use this circular slide rule, we can obtain our results directly. For example, in calculating $V=\frac{\pi}{4}d^2 \cdot 1 \cdot 0.6$, if we use the plural slide rule, we must go through three methods of indirect measurement. Viz first we must calculate $\frac{\pi}{4}d^2$ moving the slide a first time, after this calculation of $\frac{\pi}{4}d^2 \cdot 1$ we must move the slide a second time, and finally we must calculate $\frac{\pi}{4}d^2 \cdot 1 \cdot 0.6$ moving the slide a third time. But if we use this new circular slide rule, we can directly get the results, because it has a T_1 base line or a T_1' base line.

(2) The extension of the numerical value found is very wide.

With this slide rule it is not necessary to use the method of insertion. For example, in calculating the volume of one standing timber which has D. B. H of 31.6cm, height of 21.7m, if we use the calculation table, we must indirectly find the result from the numerical value of 31cm and 32cm, or from 21m and 22m. In other words, we must use the method of insertion. Using the circular slide rule we can obtain the result directry. So the extension of the found numerical value is not only very wide, but we can also avoid to mistakes in calculating it.

(3) It can be used for calculating many kinds of wood volume.

I have designed this slide rule using the five fundamental formulae of volume. However, we can calculate 11 kinds of wood volume, applying these five fundamental formulae. The other types volume

slide rules which were invented by the our forestry seniors, such as "Kubierungskreis von Weber, Schinzel", and "Selbstkubierung smeterstale" can not be used for so many kinds of volume as this circular slide rule can.

(4) The accuracy of this circular slide rule is greater than the accuracy of the alinement charts which are used by the U. S. Forest Service.

There is one alinement chart (See Fig. 72 of "Forest Mensuration" by Bruce and Schumacher) for the calculation of the equation $V=0.00218D^2 \cdot H$ in U. S. A.

When we compare their accuracy we will find the accuracy of this slide rule is greater than that of the alinement charts. For example, when the diameter is 7.0 inch and its height is 74 feet, its volume is 8.0 cubic feet with the base charts, and is 7.89 cubic feet with this slide rule. While its correct volume is 7.90 cubic feet. With this example we can find the error of this slide rule (0.01 cubic feet) is smaller than that of the base charts (0.11 cubic feet.)

(5) This slide rule also uses other than those mentioned above.

① It can be used for the reduction of the inclined distance to the horizontal distance and the height.

② We can extract the square, square root and cube of certain numbers with this slide rule.

③ It can be used to extract the relationship between the circle dia meter and its area.

④ We can extract numerical value of Cos. and Sin.

(6) It is very convenient to carry.

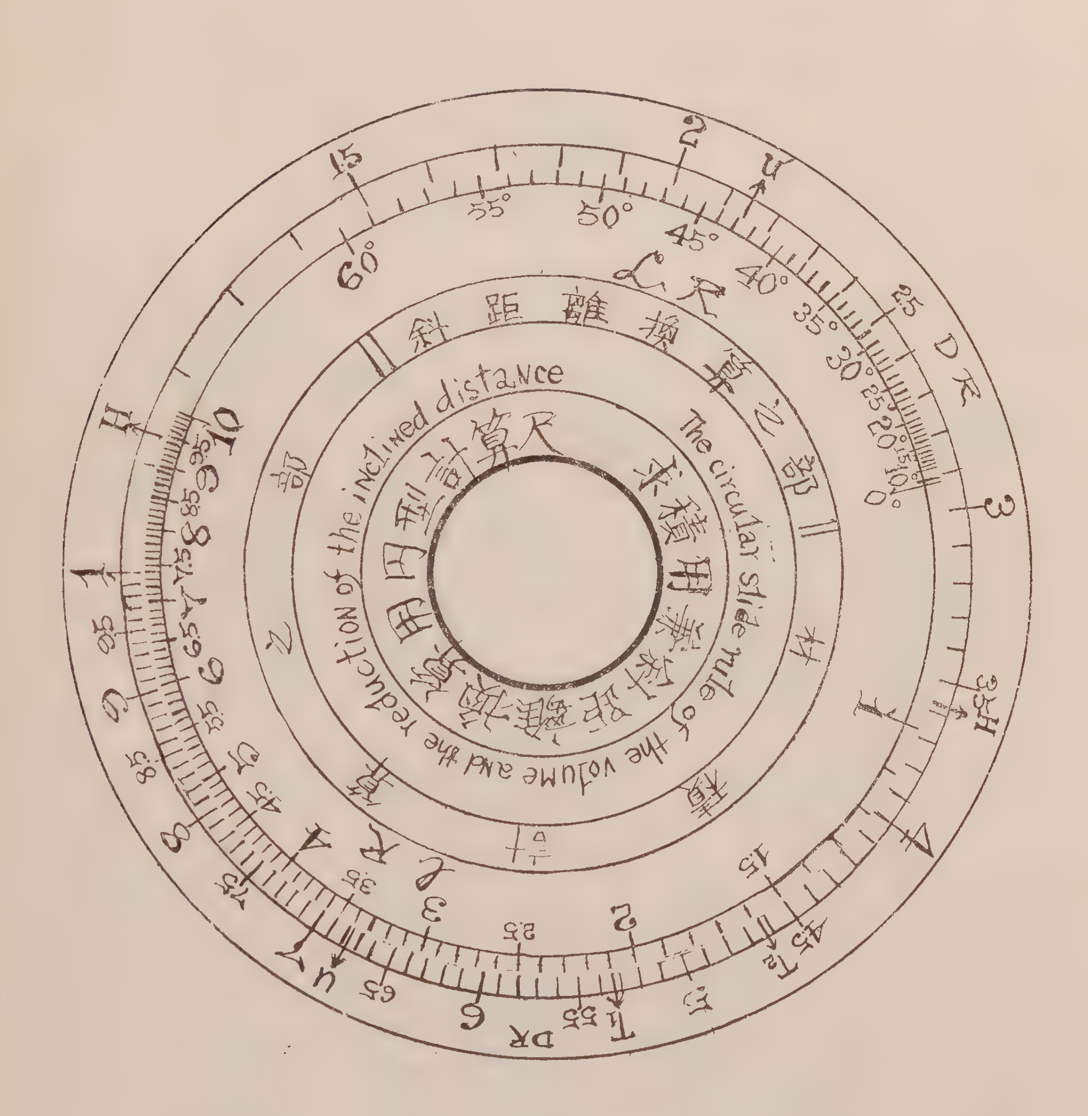
Since its size is only a circle plate with only 10cm of diameter, it is very easy to carry it anywhere.

With regard to forestry instruments the easier they are do carry the better it is for those using them. In this point the circular slide rule is a most suitable instrument.

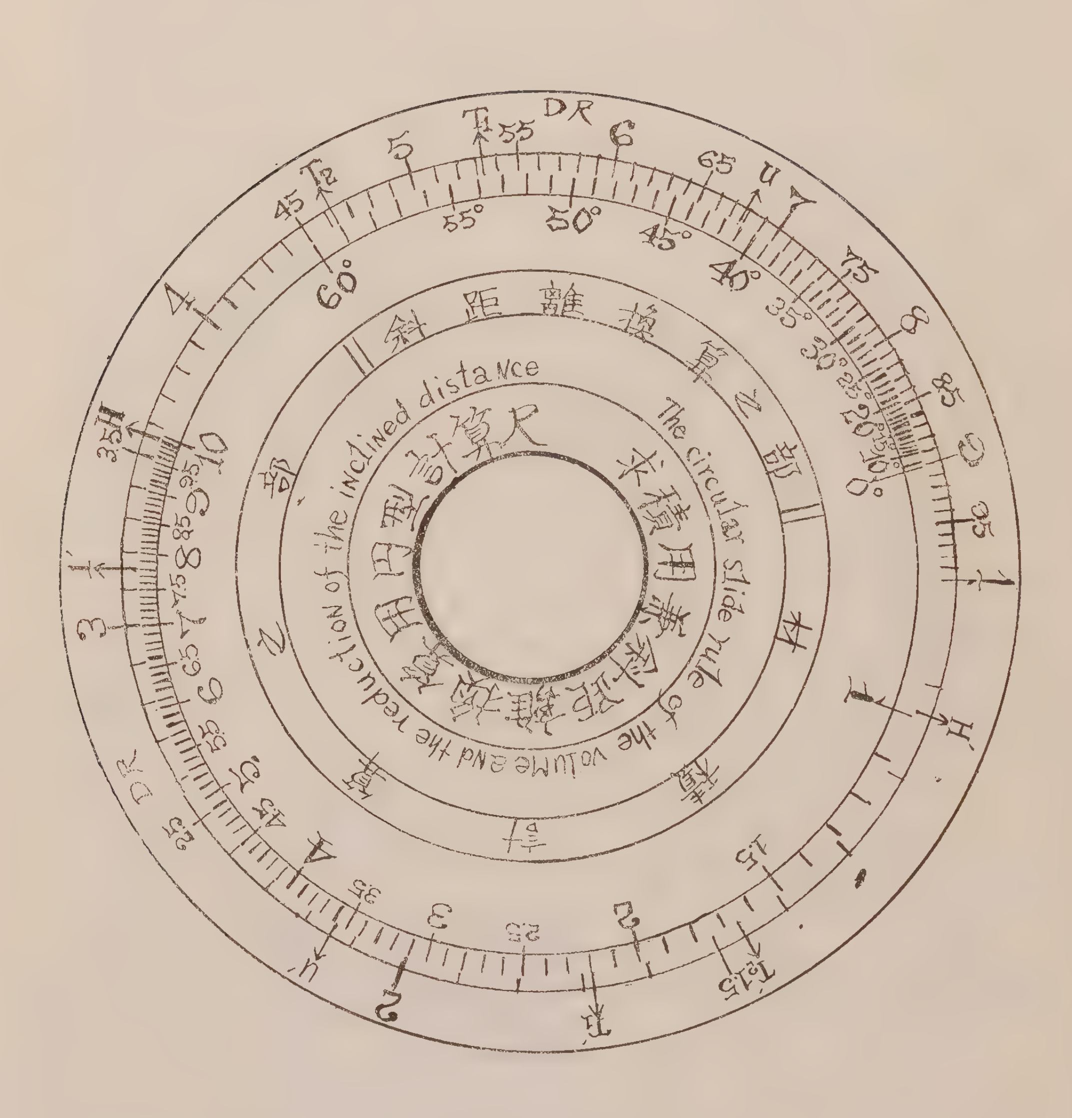
参　考　文　獻

1. Chapman and Meyer: Forest Mensuration (1949)
2. Bruce and Schumacher: Forest Mensuration (1950)
3. (Hemmi Bamboo Slide Rule Mfg. Co., LTD.): Instructions for the use of Hmmi Bamboo Duplex Slide rules. (1951)
4. (C. Osborn Mackey著 鄒尚態譯): 大學叢書圖解法 (1950)
5. 谷村豐太郎：計算圖表學 (Nomography) (1948)
6. 松井元太郎：工業化學值計算概要 (1935)
7. 堀田正逸：測樹學 (1938)
8. 岸田章：材積計算尺の創製と之が利用に就て (1937)

Fig.1


斜距離換算之部
The circular slide rule of the volume and the reduction of the inclined distance
求積用兼斜距離換算用円型計算尺
材積之部

.Fig.2.


斜距離換算之部
求積用兼斜距離換算用円型計算尺
The circular slide rule of the volume and the reduction of the inclined distance
材積之部
DR

臺灣水稻鉀肥連用肥效試驗結果第一次報告

盛澄淵　張魯智

ENGLISH SYNOPSIS AND DISCUSSION FIRST REPORT ON THE REGIONXꟻARPLꟻI MENT OF POTASSIUM REQUIREMENT OF RICE IN TAIWAN

by

C.Y.Shengand L.C.Chang

一、引　言

臺灣水稻施用三要素肥料效應之田間試驗，以有文獻足供參攷爲準，始於1930年，其時前臺灣總督府轄下之農業試驗所爲欲明瞭臺灣土壤中三要素之缺乏程度而決定嗣後栽培水稻之施肥適量計，在全島選定118個地方舉行一個含有三要素及不同用量十四種處理組合之試驗(1)。

此項試驗之設計方法雖不理想，然密布於全島且結果經張守敬曾憲鼎步兪昇三氏加以整理及檢討，故頗具參攷價值。第二個試驗，係於1949～50兩年間所舉行之水稻田地力測定性質之試驗，三要素施用與否八個處理組合之2^3複因子試驗(2)，分在臺北等十五個地舉行，每一地區重複四次。此一試驗之規模較前稍小，但設計方法則較合理。爲比較方便計，前二試驗結果中之谷重紀錄，曾經作者等按土類及地區略予變形之整理得表1～3三表，由表1與2可知兩次試驗之結果大致相同，即臺灣全省各縣之水稻田含有效性三要素之量均屬缺乏，其中氮之缺乏最甚，磷鉀次之。氮肥對第一期作之效應普遍的較第二期作爲大，磷鉀肥之效應在氮肥之三分之一以下；在紅壤

表1：1930—42年臺灣水稻三要素肥效百分率

(一) 砂岩頁岩質沖積土

比較 \ 期作 \ 地方	80：80：80—80：0：80		80：80：80—80：0：80		80：80：80—80：80：0	
	一	二	一	二	一	二
臺北	26.12	24.03	13.02	9.82	3.02	5.75
新莊	24.40	16.95	0.04	7.79	0.96	2.62
新竹	27.06	16.00	3.19	1.68	0.28	3.84
臺中	25.84	17.91	4.97	1.99	1.74	6.42
嘉義	25.94	30.58	4.04	13.62	-1.54	-1.11
旗山	19.65	17.68	0.45	-0.60	8.02	-1.52
平均	24.835	20.525	4.285	5.717	2.080	2.667

(二) 紅　壤

桃園	15.32	22.23	8.62	10.97	4.35	15.88
中壢	23.33	20.07	11.32	9.64	26.44	19.77
湖口	24.33	17.67	21.89	9.75	9.50	7.57
鳳山	23.69	17.54	6.22	8.75	2.45	6.69
平均	21.667	19.378	12.013	9.778	10.685	12.490

（三）粘板岩土

宜蘭	15.72	19.48	5.70	4.93	9.44	10.95
員林	25.69	16.14	3.71	5.47	3.13	10.56
西螺	22.33	15.91	0.96	4.71	-5.05	-4.09
屏東	32.05	18.40	7.59	3.42	5.96	7.62
東台	26.95	11.36	5.03	0.26	-1.78	-0.25
平均	24.548	16.258	5.498	3.758	2.34	4.958
總平均	23.966	18.797	6.515	6.141	5.661	6.050

表2：1930—42年臺灣水稻鉀肥施用量之效應百分率

（一）砂岩頁岩質中積土

地方＼作期＼比較	80：80：40—80：80：0		80:80:80—80:80:40		80:80:120—80:80:80		缺鉀與否
	一	二	一	二	一	二	
臺北	2.07	1.79	0.69	3.56	-0.55	-0.65	不缺
新莊	4.19	-1.15	-3.29	3.65	1.13	-2.54	一期稍缺
新竹	0.87	2.65	-0.61	1.03	0.42	0.30	不缺
臺中	1.59	4.62	0.00	1.47	1.35	2.91	二期稍缺
嘉義	-0.56	0.82	-0.87	-1.80	2.29	1.66	不缺
旗山	9.38	1.10	-1.86	-2.52	4.37	4.25	一期頗缺
平均	2.92	1.64	-0.99	0.90	1.50	0.99	一期稍缺

（二）紅壤

桃園	4.97	8.90	-1.12	5.98	6.40	0.02	兩期均頗缺
中壢	23.64	14.81	1.00	3.94	0.88	-3.68	兩期均甚缺
湖口	7.23	0.95	1.24	6.29	3.27	-3.39	一期頗缺
鳳山	-1.56	1.55	3.93	4.82	-1.19	-1.93	不缺
平均	8.57	6.55	1.26	5.26	2.34	-2.25	兩期均甚缺

（三）粘板岩土

宜蘭	6.31	9.18	3.64	1.14	3.31	0.94	兩期均頗缺
員林	1.45	1.60	1.52	8.66	-4.19	-1.01	不缺
西螺	-3.83	1.67	-0.90	-3.80	2.37	9.42	不缺
屏東	5.29	2.34	0.12	5.03	0.45	-2.65	一期頗缺
臺東	1.42	4.99	-3.08	-5.24	-4.55	-1.52	二期稍缺
平均	2.13	3.96	0.26	1.16	-0.52	1.04	二期稍缺
總平均	4.16	3.72	0.03	2.15	1.05	0.14	兩期均稍缺

表3：1949—50年臺灣水稻三要素增產效應百分率

(一) 砂岩頁岩質冲積土

地方＼期作＼效應	N		P		K		NP		NK		PK		NPK	
	一	二	一	二	一	二	一	二	一	二	一	二	一	二
臺北	37.51	20.47	0.66	-0.32	4.22	9.40	-1.68	2.04	3.43	3.71	1.39	3.71	-1.92	0.70
新莊	62.55	28.58	-3.01	-0.03	0.95	2.93	0.82	0.55	2.83	2.47	4.14	-1.37	-1.52	3.72
新竹	46.86	22.35	1.81	3.72	2.93	6.92	-0.17	1.07	-1.32	0.55	-1.67	0.36	1.78	1.94
臺中	47.27	32.60	0.14	-2.96	3.72	4.82	3.13	0.51	1.34	6.44	0.74	-0.51	1.34	5.93
嘉義	73.07	23.57	-12.24	-7.96	-0.17	10.91	-8.71	0.20	1.18	3.35	10.41	-11.16	7.36	-1.95
旗山	70.23	44.72	6.58	-3.98	2.72	13.20	1.37	0.87	0.86	4.25	0.78	-0.95	4.97	-3.52
平均	56.257	28.715	-1.010	-1.922	2.403	9.697	-0.87	0.87	1.39	3.46	2.63	-1.65	2.00	1.14

(二) 紅　壤

桃　園	19.45	26.49	6.48	−0.20	6.70	10.34	2.83	−4.09	0.49	1.97	−2.30	17.31	6.34	−0.25
中　壢	58.17	17.37	2.57	8.54	6.64	10.02	−1.01	−2.01	0.18	8.18	3.24	3.02	9.53	5.93
湖　口	23.96	20.16	−1.53	1.83	4.22	5.45	−5.65	−5.00	3.02	−1.49	0.05	2.23	2.15	−0.04
鳳　山	65.49	30.28	1.82	7.10	9.10	1.13	−4.74	−2.57	4.60	−0.67	1.58	1.23	2.59	1.92
平　均	41.768	23.575	2.340	4.315	6.915	6.735	−2.14	−3.42	2.07	2.00	0.64	5.95	5.15	1.89

(三) 粘板岩質冲積土壤

宜　蘭	33.67	—	−0.45	—	−14.01	—	−2.37	—	−15.33	—	−4.55	—	−10.74	—
員　林	44.81	28.20	−0.37	2.82	9.74	7.49	6.21	−0.25	−3.89	1.24	−1.43	−9.49	3.76	−0.44
西　螺	66.13	29.60	5.40	1.80	1.40	17.08	−1.75	4.24	2.33	8.91	0.74	4.67	2.91	1.66
屏　東	64.94	26.49	4.40	−0.36	−3.65	1.55	1.24	3.14	−1.23	−2.26	−4.61	−3.09	0.31	0.46
臺　東	72.40	42.93	4.31	3.71	−3.50	−0.41	−2.88	−2.42	−4.72	0.22	−0.98	−2.7	1.44	1.64
平　均	60.390	31.805	2.66	1.993	−2.00	6.428	0.09	1.18	−4.57	2.03	−2.17	−2.52	−0.46	0.83
總平均	53.770	28.122	1.106	0.979	2.137	7.919	−0.89	−0.27	0.42	2.63	0.50	0.27	2.02	1.26

區域內氮肥之效應稍小，但磷鉀肥之效應特大，致於三要素互相間之交感作用 (Interaction)，則無明顯之象跡可稽，此其梗概也。

單就1930～42年之試驗結果平均言之，三要素處理較缺氮處理在第一期作之稻谷產量可增加14%，第二期作為19%左右；磷鉀肥之效應兩期大致相同，均可增6%左右。但尚以土類分別說明之，則在紅壤土之水田如桃園、中壢、湖口等地區磷鉀肥之效應高達12%以上，且鉀肥之效應高於磷肥；另在砂岩頁岩及粘板岩質之沖積土水田中，結果反此，其詳細情形請參閱表1。

至於鉀肥不同用量之效應由表2觀之，一般而論，鉀肥之有效用量最多為80公斤/公頃。紅壤區及宜蘭、屏東等地施用80公斤/公頃；新莊、旗山兩區之第一期作及臺中，臺東二區之第二期作施用40公斤/公頃之鉀肥均可能獲得增產。另據張守敬研究結果[3]，謂鉀肥之效應與土壤pH值之大小、生產力、含有效性鉀量等項均有關係；紅壤（如中壢），生產力高之砂頁岩質酸性沖積土（如臺中）及中性粘板岩質沖積土（如宜蘭）等地鉀肥之效應均頗明顯。土壤pH值高而生力低者如臺南沿岸地帶之鹽質土，嘉南地區之粘磐土及東台地區之片岩質沖積土，鉀肥多無效果。

又單就1949～50年之試驗結果平均言之，氮肥之效應（施氮四處理與無氮四處理之差）在第一期作為增加54%，第二期作為28%。磷肥之效應甚小，除旗山、桃園、西螺、屏東、臺東等五個地區之第一期作及中壢、鳳山等兩個地區之第二期作有4～8%之些微效應外，其餘地區則否。鉀肥之效應雖不很大，最高僅有7%之增產，但發生效應之地區甚多，北部、中部、南部均甚明顯，但東部，屏東、宜蘭等地區則無效應呈現，且仍以紅壤地區之桃園、中壢及臺中、員林等處最高，詳細情形請參閱表3。

如再以表1與表3比較，亦有若干不盡一致之情形，例如第一期作氮素肥效，1949～50年之試驗結果較1930～42年者高出一倍以上，似表示自1942年以來臺灣水稻田之氮素含量，有更趨缺乏之勢，綜上所述，臺灣農田栽培水稻而施用氮肥，可以增加各產，實已毫無疑問，僅其增產為量之多少，則視年度氣候、地區土類及期作之不同而稍有出入耳。

磷鉀肥之效應雖不如氮肥，惟磷肥已久為本省農家所重視，獨鉀肥則尚未得有相當之重視，攷其原因，似有下列四端：

1. 臺灣水稻栽培施用三要素之歷次試驗結果，因受較大機差之纏糾，致使磷鉀肥效及三要素相互間之交感作用均未獲得可靠結論。

2. 邇來臺灣農家種植水稻，習慣於施用自給肥料，鉀肥之需量一般人以為可能取給於所施之自給肥料，已足有裕餘。

3. 臺灣省內不產鉀肥，故尚未大規模舉行試驗與推廣。

4. 灌溉水中可能含有多量之可溶性鉀。

國際鉀肥研究所對此一問題，甚感興趣，特於1958年委託臺灣省土壤肥料學會與臺灣環島十餘所農事試驗及農業教育機構分辦一水稻鉀肥連用肥效試驗。本報告為中北部六地區之第一年結果。

二、試　驗　方　法

由於農時之關係，先在臺灣中北部之臺北、中壢、埔心、新竹、苗栗及員林等六個地區在1958年第二期作開始。為豫先探測試田土異情形與取樣機差大小等起見，在當年一期作時，均舉行均度試驗。

(一)參　試　處　理

本試驗計共含有兩個因子，即堆肥之施用與否及鉀肥之施用量，由上述二因子之各試級作完全組合得六個參試處理如表4。本試驗之每一試區，除按照試驗計劃規定之參試處理方式施用堆

肥及鉀肥（氯化鉀）外，N與P_2O_5各以80與60公斤/公頃計，分別用硫酸銨及過磷酸鈣施之。

表4：参 試 處 理

處理代號			C_0K_0	C_0K_1	C_0K_2	C_1K_0	C_1K_1	C_1K_2
施肥量	公斤/公頃	堆肥	0	0	0	8,000	8,000	8,000
		K_2O	0	40	80	0	40	80

（二）田 間 設 計

本試驗之每一試區，純長8公尺，純寬2.5公尺，故其純面積爲8×2.5=20平方公尺。相隣試區另築一田埂分隔之，埂寬30公分，高20公分。相接試區之間須築田埂兩條，中間夾以水溝，溝寬40公分，深30公分。每一試區挿植秧苗十行，每行32叢，每叢五株，全試區10×32=320叢，需秧320×5=1,600株。每一區集係由相隣之六個試區所構成，故其純長仍爲8公尺，純寬爲6×2.5=15公尺，純面積爲8×15=120平方公尺。

爲使鉀肥不同用量之試級間的比較得有比較準確之結果計，本試驗之田間排列決定採用裂區設計法，以堆肥之施用與否爲主處理，鉀肥不同用量之試級爲副處理。

各個試區之處理方法經設計其時之第一次逢機決定嗣後不再改變，即隨後各期作之施肥情形均須相同，如此繼續三年，以資日後檢討連年施用或不施鉀肥對水稻生產力之影響及臺灣各種土壤對於水稻生長鉀素供給持續力之研究。

本試驗水稻品種均採用臺中65號。

（三）各項耕作日期：

表5所列之各項耕作日期，均係各地試驗之主持人員依當地之農作習慣所擇定者。觀表5可知，北部第二期作之播種日期在七月八至十七日之間，即中部之員林與北部之臺北其遲早之相差亦很大。移植日期在七月廿九日至八月十六日之間，有中部較早北部稍遲之象。其他耕作項目之工作日期，則與移植日期及田間稻株生長情形有關，故亦會發生類似之遲早差異。中壢區之試驗地第二期作缺灌溉水源，稻田於八月中旬即呈旱害，影響生產量甚大。

表5 各地1958年第二期作之耕作日期表

事項＼地區	臺北	中壢	埔心	新竹	苗栗	員林
播種日期	7月17日	7月10日	7月8日	7月16日	7月16日	7月11日
本田整地日期	8月11日	8月5日	8月19日	7月30日	7月18至31日	7月30日至8月1日
移植日期	8月16日	8月6日	7月29日	7月31日	8月3日	8月2日
施基肥日期	8月16日	8月5日	7月26日	堆肥7月19日 化肥7月25日	7月30日	8月1日
施追肥日期	9月2日	8月30日	——	——	8月23日	8月21日

事項		臺北	中壢	埔心	新竹	苗栗	員林
中耕除草	第一次	8月15日	8月10日	8月12日	8月11日	8月10日	8月12日
	第二次	9月3日	旱害	8月23日	8月20日	8月23日	8月21日
	第三次	——	——	——	——	——	8月30日
灌漑	第一次	——	——	10月15日	——	8月24至26日	8月14日
	第二次	——	——	10月25日	——	9月10日至13日	8月23日
	第三次	——	——	——	——	10月20日至23日	9月1日
	第四次	——	——	——	——	——	11月1日止
生育調查	第一次	9月1日	——	8月30日	8月19日	8月22日	8月20日
	第二次	10月1日	——	10月22日	9月18日	9月23日	9月19日
	第三次	11月26日	——	11月1日	11月13日	11月14日	10月7日
	第四次	——	——	——	——	——	10月29日
收穫日期		12月16日	12月14日	11月3日	11月14日	11月16日	11月19日

(四) 生育調查項目

株高之調查：分在追肥前一日，追肥三十日後及成熟初期調查三次，高度單位以公分表之，在每一試區之中間八行的每行之中間 30叢，即每一試區之中間 8 ×30＝240 叢中逢機選出十叢丈量之。被選爲調查叢之旁，插竹條一支，作爲標記，並在紀錄簿中登記其行叢號數，每次調查之稻叢必須相同。

分蘗數之調查：分有無效分蘗數，每一試區亦僅調查十叢，調查之次數及被選之調查叢與調查株高者同。

病虫害之調查：於進行株高及分蘗數之調查時隨同注意調查，其記載以叢或穗爲單位，並算出罹害百分率登記之，必要時在附註欄下作叙文式之說明更佳，遇有特殊嚴重之災害，應酌量情形增加調查之株數及次數，並及時施行有效之防治方法，平常每區調查第二、四、七、九等四行即足。

穀藁之秤重：以每一試區中間八行的每行之中間30叢所生產之稻谷及稻草爲對象。稻谷經充分陰乾風淨後秤重，以收穫每一試區中間之 240 叢稻株所產之各秤重，讀至四位數字爲準，稻藁最好亦能搬回室內陰乾秤重，讀至三位數字爲準。

稻谷千粒重之調查：將每一試區之全部稻谷充分混和後抽取四個標本，每次 250 公分，分別數其粒數並求出千粒重量記載之。

他如秧田管理、缺叢數、抽穗日期、倒伏程度、成熟日期及特殊情形等項，則由各地區擇要記載之。

(五)施用鉀肥之成本

施用肥料與成本有關，故其施用效應之利益必須超過施用成本，方有施用之實際價值。本試驗北部六個地區1958年第二期作所用之鉀肥爲氯化鉀。根據糧食局當年配給換谷比率爲氯化鉀一公斤換谷0.9公斤，參試處理爲每公頃施用 K_2O40公斤，以氯化鉀 K_2O60%計，則K_2O40公斤之價值，相當於60公斤之稻谷，故施用K_2O40公斤，稻谷之增產量必須超過60公斤，在理論上方爲有利；或由其增產之量減去60公斤，始獲施用K_2O40公斤之純利。若施K_2O80公斤則其相當之稻谷爲120公斤矣。

三、試驗結果

本試驗之進行方法及過程中所應調查記載之項目已於上節列述，惟因工作現場分散在全島各地，其種植管理調查收穫記載工作，悉由各地區之現場工作人員負責，因各人之環境條件及設備完缺不同，以致所能達成旣定計劃之程度及所用材料等項，均稍有不同，例如各地區對秧田管理、稻谷千粒重等項均未調查登記，又如中壢區因遇旱害而未作株高及分蘗數之調查，亦有若干地區未登記追肥、抽穗及成熟日期者；一般病虫害及倒伏程度均甚輕微，故無記載。迄今爲止，獲得完整之數字紀錄者，計有每一試區之稻谷及稻藁收量；中壢區除外，每一試區十叢之株高及分蘗數等項。

(一)稻谷收量

表6：中北部六個地區綜合處理平均稻谷收量(公頃公斤)及百分率之比較表

處理		平均收量	相差		L. S. D.	百分率	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	2844.5				102.69			
	K_1	2785.5	59.0*		P=5%,52.22	100.56	2.13*		P=5%,1.99
	K_0	2680.0	164.5**	105.5**	P=1%,69.01	96.75	5.94**	3.81**	P=1%,2.49
C_1	K_2	2901.0				104.73			
	K_1	2871.0	30.0			103.65	1.08		
	K_0	2772.0	129.0**	99.0**	P=5%,73.84	100.07	4.66**	3.58**	P=5%,2.67
C_0	K_2	2788.0			P=1%,97.60	100.65			P=1%,3.52
	K_1	2700.0	88.0*			97.47	3.18*		
	K_0	2588.0	200.0**	112.0**		93.43	7.22**	4.04**	
$K_2+K_1+K_0$	C_1	2848.0			P=5%,75.66	102.82			P=5%,2.73
	C_0	2692.0	156.0**		P=1%,101.89	97.18	5.64**		P=1%,3.68
總平均		2770.0				100.00			

至於統計分析工作，則以每一試區之谷重及藁重紀錄較爲詳盡，最初將每一試區之公分收量分別改算爲每一公頃之公斤收量；繼作兩向表，求各參試處理之總收量及平均收量；然後進行地方別之變方分析，各個試驗機差均方之均度測驗及其綜合變方分析，計算各種比較之差數及其最

低顯著標準值 (L. S. D.) ；對谷重紀錄則更擇顯著且是較大差異之比較，進一步求其可信界限 (Confidence Interval) 及除去成本之後施用鉀肥可能獲得之純利等項。對株高及分蘗數之紀錄，曾利用分段取樣 (Subsampling) 之變方分析法估算取樣機差等項；對表示試驗準確程度之計算，計有利用變積分析 (Analysis of covariance) 求前期均度試驗紀錄與本試驗紀錄之淨相關係數，各地試驗結果之變異係數，及本裂區設計試驗結果中各參試因子與若用逢機完全區集設計之複因子試驗結果之相對效率 (Relative efficiency) 等項；以上所列各各項計算結果，即在本節或下節逐項述之。

六個地區之試驗結果，谷重紀錄作綜合之整理計算及統計分析，摘其扼要，即得表6。表中處理欄下之 C_1+C_0 表示不論施用堆肥與否之意。$K_2+K_1+K_0$ 表示不論施用鉀肥與否及其施量若干之意，其餘即係參試處理組合。由第二欄下最後之數字，得當年期每公頃之稻谷收量總平均爲2,770公斤，此數低估，蓋曾受中壢區收量特低之影響所使然，若將此一地區之紀錄剔出，不計在內，則此值遂即一變而爲3198.8公斤。再觀同欄內之其他數字，可知不論在施用堆肥與否之個別或綜合場合下，K_2O 之初施及再施 40 公斤/公頃，均有增加稻谷收量之效，故第三欄下之各個差數均爲正値，無一例外；且初施40公斤之效果常較再施者高，此與歷年之試驗結論均屬一致。至於第四欄爲最低相差顯著標準值，其計算方法係先將全部資料經綜合變方分析得結果如表7；然後利用此表中之主、副區機差均方求得之。相差欄下之數字雖均不很大，但因機差均方甚小及重複次數增多，故皆爲顯著。在不論堆肥施用與否之綜合場合下，初施 K_2O 40公斤/公頃，可獲105.5公斤之稻谷增產，再施40公斤，則再增谷產59.0公斤耳，因 K_2O 40公斤之價值與稻谷60公斤相當，故一般言之，在此一地區內鉀肥之施用不宜超過 K_2O 80公斤/公頃。

表7：中北部六個地區稻谷收量經綜合變方分析所得之結果

變異原因	自由度	平方和	均方	實得F值	理論F值		
					5%	1%	.5%
地區	5	248641543	49728308.6	67.841	2.53	3.70	4.23
區集	30	8617650	287255.0	3.875	1.84	2.38	2.63
堆肥施用與否	1	1312893	1312893.0	17.711	4.17	7.56	9.18
地區×堆肥	5	327924	65584.8	——	2.53	3.70	4.23
主區機差	30	2223850	74128.3				
鉀肥施量	(2)	999957	499978.5	19.970	3.08	4.79	5.54
鉀肥直線反應	1	973511	973511.0	38.885	3.93	6.86	8.18
鉀肥曲線反應	1	26445	26445.0	1.056	〃	〃	〃
地區×鉀肥	10	1638176	163817.6	6.543	1.91	2.48	2.71
堆肥×鉀肥	2	51032	25516.0	1.019	3.08	4.79	5.54
地區×堆肥×鉀肥	10	784267	78426.7	3.133	1.91	2.48	2.71
副區機差	120	3004301	25035.8				
總計	215	267601593					

主區變異係數＝9.83　　　　副區變異係數＝5.71

表8：中北部六個地區稻谷紀錄之個別變方分析結果

變異原因 \ 地區 自由度	自由度	臺北 均方	臺北 F	中壢 均方	中壢 F	埔心 均方	埔心 F	新竹 均方	新竹 F	苗栗 均方	苗栗 F	員林 均方	員林 F	理論F值 5 %	理論F值 1 %
區集	5	20978	——	86069	13.358	100272	7.327	102612	1.594	364810	3.077	48790	——	5.05	10.97
堆肥	1	130303	6.206	72003	11.175	150303	1.004	77469	1.203	886737	7.480	323003	3.838	6.61	16.26
主區機差	5	21076		6443		150169		64376		118543		84163			
鉀肥量	(2)	160558	9.190	75344	10.121	127575	2.758	3433	——	951[illegible]03	27.379	253	——	3.49	5.85
鉀肥直線反應	1	21004	1.201	150417	20.206	246037	5.320	817	——	1787604	51.421	504	——	4.35	8.10
鉀肥曲線反應	1	300312	17.178	272	——	9112	——	6050	——	116001	3.337	1	——	〃	〃
堆肥×鉀肥	2	19719	1.128	1011	——	23169	——	86344	3.168	206119	5.929	50769	2.594	3.49	5.85
副區機差	20	17432		7444		46249		27256		34764		19571			

	臺北	中壢	埔心	新竹	苗栗	員林	總平均
公頃公斤總平均	2227.5	626.94	3032.5	3579.2	3698.6	3406.4	2770.0
主區變異係數	6.517	12.804	12.571	7.089	9.309	8.517	9.4678
副區變異係數	5.936	13.763	6.977	4.613	5.041	4.107	6.7395
主因相對效率	69.75	90.81	36.65	43.51	35.10	31.18	51.0667
副因相對效率	102.21	95.68	142.51	125.11	145.72	163.23	129.0767

又在施用堆肥之個別場合下，鉀肥之初施或再施 40 公斤/公頃，其可獲稻谷之增產均不及不施堆肥者之大，此一作用在再施 K_2O 40公斤/公頃之效應上尤更顯然。相當欄之最後數字，爲在不論鉀肥施用與否及其施量多少之綜合場合下，每公頃稻田施用八千公斤之堆肥，平均效果爲稻谷增產 156.0 公斤。以後之各欄係以總平均爲基本求得之各參試處理稻谷收量百分率，百分率之相差及百分率相差之最低顯著標準值等。初施K_2O40公斤/公頃之稻谷增加平均百分率爲3.8%，再施者爲 2.1 %，由此可知水稻田施用鉀肥之功效雖甚顯著，但其數量不大，祇可抵償施用鉀肥之成本而稍有盈餘耳，惟此僅係分一年期之結果，若連年不施鉀肥，累期缺鉀終於三～五年後，情形如何尚難預卜也。

以上所述爲1958年臺灣省中北部第二期作水稻鉀肥連用肥效試驗之綜合結論。此一區域範圍雖不很大，但各地之氣候、土類等環境條件仍有多少區別，故在各地之稻谷平均收量及各參試處理對稻谷產力之影響亦並非完全相同，作者等除曾以試驗所獲之全部資料作綜合之統計分析外，並經將六個地區進行個別之變方分析，得結果如表 8 。參攷該表中所示各種變異原因之實得F值，呈因地區之不同而變化頗大，故今另就此六試驗結果作個別之討論如後。

表 8 中之相對效率 (Relative efficiency) 爲統計介值之一種，用以表示各種設計方法之得效失者，主因相對效率爲以逢機完全區集設計之效率爲 100 而求得其處理之比較效率，實因相對效率爲以逢機完全區集設計之效率爲 100 而求得其處理之比較效率，其數大於 1 表示該試因之準確程度高於逢機完全區集設計法者，否則反是。

I. 臺北一臺灣省農業試驗所之試驗田

由表 9 ，得臺北區總平均收量爲2227.5公斤/公頃，較表 6 綜合總平均收量2770.0及3198.8均小，可知臺北爲中北部之稻作低產地區，在不論施用堆肥與否之綜合場合及不施堆肥之個別場合下，初施K_2O40公斤/公頃呈極顯著之增產反應，各爲224及298公斤/公頃，或 10.05及13.38%，在施用堆肥之個別場合下，其增產反應雖小，但亦有 148公斤/公頃或 6.65%，但若再施40公斤/公頃則不但未能增產且有顯著減產現象產生，其減產程度均在150公斤/公頃以上或 7 %左右，此爲本地區之特點，故在本地區之稻田中施用K_2O不宜高達80公斤/公頃，但40公斤/公頃則屬必需，其最適數量爲何，尚有更待進一步之試驗研究方可確定，施用堆肥雖呈增產之效，但其重要性尚且不如施用K_2O40公斤/公頃之大。

再者，表 9 中所列各個相差，根據統計學上之智識，知其並非絕對真確之數字，其眞實數字可能係小於或大於該相差之任何數字，且各佔50%左右之機率，此等保險程度太低之估數，祇可以用作參攷，不應絕對信任，其可靠程度較高之數字，可由計算可信界限之方法求得之，今擇定單尾機率爲95%及99%兩種較大可靠程度，計算各種場合下施用 K_2O40公斤/公頃之眞實效應最低界限及純益得如表10。

觀表10，可知若將結論之單尾可靠機率提高爲95%之較保守程度時，在不論施用堆肥與否之綜合場合下，初施用K_2O40公斤/公頃之效應可能最低界限爲125.11公斤/公頃之稻谷增產，若再將施用鉀肥之成本扣除，則其可能最低純益祇有 65.1 公斤/公頃之稻谷盈餘矣，機率再予提高至99%之極保守程度，其界限亦即降爲78.96公斤/公頃及其純益僅18.96公斤/公頃耳。

其次，另就不施堆施之個別場合下論之，單尾可靠機率爲95%之效應可能最低界限高達158.15公斤，扣除施用鉀肥之成本後尚有 98.15 公斤稻谷之最低純益。但在施堆肥八千公斤之個別場合下，單尾可靠機率仍爲95%，其效應可能最低界限竟小至8.15公斤，此數已不足以抵償所曾施用鉀肥之成本，故其最低純益轉爲負數，即在臺北區之稻田中，若不施用堆肥，則K_2O40公斤之施用似爲必要，反之，既施堆肥則鉀肥之施用竟跡亦近浪費也。

表9：臺北區處理平均稻谷收量(公頃公斤)及百分率之比較表

處理		平均收量	相差		L. S. D.	百分率	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	2192				98.41			
	K_1	2357	-165**		P=5%, 112.6	105.81	-7.40**		P=5%, 5.05
	K_0	2133	59	224**	P=1%, 153.6	95.76	2.65	10.05**	P=1%, 6.90
C_1	K_2	2235				100.34			
	K_1	2388	-153			107.21	-6.87		
	K_0	2240	-5	148	P=5%, 159.2	100.56	-0.22	6.65	P=5%, 7.15
C_0	K_2	2150			P=1%, 217.2	96.52			P=1%, 475
	K_1	2325	-175*			104.38	-7.86*		
	K_0	2027	123	298**		91.00	5.52	13.38**	
$K_2+K_1+K_0$	C_1	2288			P=5%, 124.4	102.72			P=5%, 5.58
	C_0	2167	121		P=1%, 195.1	97.28	5.44		P=1%, 8.76
本區總平均		22275				100.00			

表10：臺北區水稻第二期作初施K_2O40公斤/公頃對稻谷收量之效應可能最低界限及利益

場合類別	單尾可靠機率	$t\times\sqrt{\frac{2}{n}MSE_b}$	最低限界 $=$相差$-t\sqrt{\frac{2}{n}MSE_b}$	最低純益 =最低限界－鉀肥成本
不論施用堆肥與否之綜合場合	95%	$\begin{matrix}1.725\\2.530\end{matrix}\times\sqrt{\frac{2}{12}(19719)}$	224－98.87＝125.11	125.11－60＝65.11 公斤/公頃
	99%		224－145.4＝78.96	78.96－60＝18.96
不施用堆肥之個別場合	95%	$\begin{matrix}1.725\\2.530\end{matrix}\times\sqrt{\frac{2}{6}(19719)}$	298－139.85＝158.15	158.15－60＝98.15
	99%		298－205.12＝92.88	92.88－60＝32.88
施用堆肥之個別場合	95%		148－139.85＝8.15	8.15－60＝－51.85
	99%		148－205.12＝57.12	

Ⅱ 中壢—桃園縣立中壢農職農場

中壢區之試驗係於八月六日移植本田，因該田之第二期作無灌溉水源，且適逢當年初秋久未降雨，插秧後秧苗正常生長，迄九月中旬即呈旱害，故其稻谷總平均收量甚低為626.9公斤/公頃，僅及平年之四分之一左右，雖然如此，但在成熟後收穫所得各參試處理之稻谷產量，仍曾呈現顯差著異，可知堆肥及鉀素施於中壢區之紅壤稻田中，對正常之稻株生長，可能發生相當大的效

應，今因旱害而至生長不正常，且在不正常之氣候環境下所曾獲得之試驗紀錄，參攷價值必然降低，殊感可惜，茲姑就此僅得之資料稍作討論如下。

表11：中壢區處理平均稻谷收量(公頃/公斤)及百分率之比較

處理		平均收量	相差		L. S. D.	百分率	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	704				112.29			
	K_1	631	73*		P=5%,73.5	100.65	16.64*		P=5%,11.72
	K_0	546	158**	85*	P=1%,100.2	87.09	25.20**	13.56**	P=1%,15.98
C_1	K_2	753				120.11			
	K_1	665	88			106.07	14.04		
	K_0	597	156**	68	P=5%,103.9	95.22	24.89**	10.85	P=5%,16.57
C_0	K_2	655			P=1%,141.7	104.48			P=1%,22.60
	K_1	597	58			95.22	9.26		
	K_0	495	160**	102*		78.95	25.53**	16.27*	
$K_2+K_1+K_0$	C_1	672			P=5%,68.8	107.19			P=5%,10.97
	C_0	582	90*		P=1%,107.9	92.83	14.86*		P=1%,17.21
本區總平均		626.9							

觀表11可知不論在任何場合下，中壢區之水稻田初施及再施 K_2O 40公斤/公頃，對稻谷均呈增產之效，且此等功效大致可說均達顯著標準，設若此一試驗區之水稻生長，中途未受旱害，且各參試處理之效應與正常收量成正比例，則正常試驗結果中各參試處理之稻谷收量百分率的相差，仍將保持一如表11所列而不變，即在中壢區之紅壤水稻田，呈最甚之缺鉀現象，初施或再施 K_2O 40 公斤/公頃對稻谷增產之效應平均爲 12.6% 左右，在施用堆肥之個別場合下，再施比初施之效應稍大，在不施堆肥之個別場合下反是，總之中壢區第二期之水稻田，似有施用多量鉀素之需要，在施用堆肥之場合下亦然，施用堆肥之功效，亦屬顯著。

Ⅲ. 埔　心 — 埔　心　鄉

觀表12，可知不論在任何場合下，初施及再施 K_2O 40 公斤/公頃，均現增加谷產之反應，僅數量之多少有所不同耳。在不論堆肥施用與否之綜合場合下，初施之效應約爲再施之一倍；但在施用堆肥之個別場合下，則初施之效應僅及再施之三分之一；另在不施堆肥之個別場合下，結果反之，即初施之效應竟爲再施之九倍以上。堆肥之施用亦呈增加谷產之趨勢，此等情形與前述中壢區之試驗結果，頗相類似，且本區結果中各個相差之傾向，較趨極端，蓋本區土類亦係紅壤或有以致之也，但最可惜者，徒因種植耕作管理工作之不够理想，以致試驗機差太大，終於全部相差皆未達統計之顯著標準。

至於百分率之相差，在不論堆肥施用與否之綜合場合下，初施 K_2O 40 公斤/公頃之效應爲稻

谷增產4.38%，在不施堆肥之個別場合下，另爲7.53%，施用堆肥亦較不施之處理增產4.18%，此等數字非過小，祗以未得較大統計機率之確實證明而不容深信耳。

表12：埔心區處理平均稻谷收量（公頃公斤）及百分率之比較

處理		平均收量	相差		L. S. D.	百分率	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	3172				102.90			
	K_1	3105	67		P=5%,183.1	100.73	2.17		P=5%,5.94
	K_0	2970	202*	135	P=1%,249.8	96.35	6.55*	4.38	P=1%,8.10
C_1	K_2	3233				104.88			
	K_1	3123	110			101.31	3.57		
	K_0	3085	148	38	P=5%,259.0	100.08	4.80	1.23	P=5%,8.40
C_0	K_2	3112			P=1%,253.2	100.96			P=1%,11.46
	K_1	3087	25			100.15	0.81		
	K_0	2855	257	232		92.62	8.34	7.53	
$K_2+K_1+K_0$	C_1	3147			P=5%,332.1	102.09			P=5%,10.77
	C_0	3018	129		P=1%,520.8	97.91	4.18		P=1%,16.89
本區總平均		3082.5							

表13：新竹區處理平均稻谷收量（公頃公斤）及百分率之比較

處理		平均收量	相差		L. S. D.	百分率	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	3576				99.91			
	K_1	3597	-21		P=5%,140.6	100.50	-0.59		P=5%,3.93
	K_0	3564	12	33	P=1%,191.7	99.57	0.34	0.93	P=1%,5.36
C_1	K_2	3720				103.93			
	K_1	3600	120			100.58	3.35		
	K_0	3557	163	43	P=5%,198.8	99.38	4.55	1.2	P=5%,5.55
C_0	K_2	3432			P=1%,271.2	95.89			P=1%,7.58
	K_1	3595	-163			100.44	-4.55		
	K_0	3572	-140	23		99.80	-3.91	0.64	
$K_2+K_1+K_0$	C_1	3626			P=5%,217.4	101.31			P=5%,6.07
	C_0	3533	93		P=1%,341.0	98.71	2.60		P=1%,9.53
本區總平均		3579.2							

Ⅳ. 新竹—新竹區農林改良場

翻閱表8，可得新竹區之變方分析結果堆肥及鉀肥量之實測F值均甚小，極不顯著；即堆肥之施用與否兩處理間及不施鉀肥，施K_2O40公斤/公頃與施K_2O80公斤/公頃三處理間之稻谷收量相差，均不可靠，故已無須將其列出及calculate其L.S.D. 之必要，但爲顯示結果之實際數字計，乃依習慣列如表13。觀表可知不論任何場合下，鉀肥之施用及施用量之多少均無顯著之效應，堆肥亦然，有此結果，實因各處理稻谷平均收量間相差之數字太小，並非試驗機差太大之影響所致，過去歷次試驗結果，鉀肥之效應均較此爲高，此點值得吾人注意，僅從相差之數字觀之，在不論任何場合下，初施K_2O40公斤/公頃之效應爲稻谷增產23~43公斤/公頃，此數尚不足以抵償鉀肥之成本，再施 K_2O40公斤/公頃之效應在不論堆肥施用與否之綜合場合下，及不施堆肥之個別場合下，均呈減產，此象尤以後一場合爲然，其減產達163公斤/公頃，但在施用堆肥之場合下，得有較高之增產，爲120公斤/公頃，至此鉀素施用於本區稻田之肥效，似曾受限於有效氮素或有機質之施量，即在多施氮素或有機質之情形下，施用鉀肥之效可能較大也。

Ⅴ. 苗栗—省立苗栗農職農場

表14：苗栗區處理平均稻谷收量（公頃公斤）及百分率比較

處理		平均收量	相差		L. S. D.	百分率	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	4012				108.47			
	K_1	3618	**394		P=5%, 158.8	97.82	**10.65		P=5%, 4.24
	K_0	3466	**546	152	P=1%, 216.6	93.71	**14.76	4.11	P=7%, 5.86
C_1	K_2	4033				109.04			
	K_1	3902	131			105.50	3.54		
	K_0	3632	**401	270*	P=5%, 245.5	98.20	**10.84	7.30*	P=5%, 6.64
C_0	K_2	3990			P=1%, 306.3	107.88			P=1%, 8.28
	K_1	3335	**655			90.17	**17.71		
	K_0	3300	**690	35		89.29	**18.66	0.95	
$K_2+K_1+K_0$	C_1	3856			P=5%, 295.1	104.26			P=5%, 7.91
	C_0	3542	314*		P=1%, 462.7	95.77	*8.49		P=1%, 12.51
本區總平均		3698.6							

苗栗區之試驗結果爲鉀素效應最顯之地區，由表14可知在不論堆肥之施用與否之綜合場合下，初施K_2O40公斤/公頃可獲152公斤/公頃或4.11%之稻谷增產，再施之效應更高，達394公斤或10.65%。在施用堆肥之個別場合下，初施 K_2O40公斤/公頃之效應大於再施者，但在不施堆肥區個別場合下，再施K_2O40公斤/公頃之效應反大於初施者20倍左右，若再參閱表8，苗栗區之變方分析結果，不但堆肥及鉀肥量兩種主效應之實測F值呈極顯著，且堆肥與鉀肥之交感效應實測 F 值亦已超過極顯著之理論值，可知鉀肥之效應確因堆肥之施用與否而不同，堆肥之效應亦頗顯著。

茲更進而作可信界限及最低純益之計算，得結果如表15。

表15：苗栗區水稻第二期作施用鉀肥或堆肥對稻谷收量之效應可能最低界限及純益

場合類別	單尾可靠機率	$t\times\sqrt{\frac{2}{n}MSE}$	最低界限 $=$相差$-t\sqrt{\frac{2}{n}MSE}$	最低純益 =最低界限－鉀肥成本
(a) 初施K_2O40公斤/公頃者				
不論施用堆肥與否之綜合場合	95%	$1.725\times\sqrt{\frac{2}{12}(34764)}$	152－131.30＝20.70	
	99%	$2.530\times\sqrt{\frac{2}{12}(34764)}$	152－192.58＝－40.58	
施用堆肥之個別場合	95%	$1.725\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	270－185.69＝84.31	84.31－60＝24.31 公斤/公頃
	99%	$2.530\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	270－272.35＝－27.23	
(b) 再施K_2O40公斤/公頃者				
不論施用堆肥與否之綜合場合	95%	$1.725\times\sqrt{\frac{2}{12}(34764)}$	394－131.30＝262.70	292.70－60＝202.70
	99%	$2.530\times\sqrt{\frac{2}{12}(34764)}$	394－192.58＝201.42	201.42－60＝161.42
施用堆肥之個別場合	95%	$1.725\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	131－185.99＝－54.69	
	99%	$2.530\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	131－272.35＝－141.35	
不施用堆肥之個別場合	95%	$1.725\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	655－185.69＝469.31	469.31－60＝409.31
	99%	$2.530\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	655－272.35＝382.65	382.65－60＝322.65
(c) 共施K_2O80公斤/公頃者				
不論施用堆肥與否之綜合場合	95%	$1.725\times\sqrt{\frac{2}{12}(34764)}$	546－131.30＝414.70	414.70－120＝294.70
	99%	$2.530\times\sqrt{\frac{2}{12}(34764)}$	546－192.58＝353.42	353.42－120＝233.42
施用堆肥之個別場合	95%	$1.725\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	401－185.69＝215.31	215.31－120＝95.31
	99%	$2.530\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	401－272.35＝128.65	128.65－120＝8.65
不施用堆肥之個別場合	95%	$1.725\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	690－185.69＝504.31	504.31－120＝384.31
	99%	$2.530\times\sqrt{\frac{2}{6}(34764)}$	690－272.35＝417.65	417.65－120＝297.65
(d) 施堆肥8,000公斤/公頃者				
不論施鉀肥與否及施量多少之場合	95%	$2.02\times\sqrt{\frac{2}{180}(118543)}$	314－231.85＝82.15	
	99%	$3.36\times\sqrt{\frac{2}{180}(118543)}$	314－385.63＝－71.63	

觀表15（a）之場合類別祇列不論施用堆肥及施用堆肥之兩種情形，蓋因在不施用堆肥之個別場合下，初施 K_2O40 公斤/公頃之效應既不顯著且數值甚少，一經提高可靠機率以求可信界限必得負數，更勿論其最低純益，故未將其列入。在此表八（a）中，祇可靠機率爲 95 %施用堆肥之個別場合下，其最低純益仍爲正數，即在不論施用堆肥與否之綜合場合及不施堆肥之個別場合

下，初施 K_2O40 公斤/公頃，其效應爲稻谷增產之機會雖稍較減產者大，但其增產數量很可能竟不足以抵償所曾施用鉀肥之成本。

次觀表15（b），再施K_2O40公斤/公頃之效應在三種場合下呈極明顯之區別，在不論施用堆肥與否之綜合場合及不施堆肥之個別場合下，且其可靠機率曾提高至95及99%，此效應爲稻谷增產之最低界限，以至扣除此曾施用之鉀肥成本而得之可能最低純益，均呈相當大之正値。但在施用堆肥之個別場合下，結果反是。

再觀表15（c），多量鉀處理施K_2O80公斤/公頃之效應，不論在任何場合下，其最低界限均爲甚大之正値，且其最低純益亦然，即不論在施用堆肥與否，且當可靠機率甚大之場合下，共施K_2O80 公斤/公頃，仍可希望穫得甚大之純益，僅在施用堆肥之個別場合下純益較低，另在不施用堆肥之個別場合特別高耳。據此本地區之水稻第二期作栽培，殊應推行施用多量之鉀。

最後參觀表 15（d），每公頃施用八千公斤之堆肥，平均可以增加谷產 314 公斤，若令結果之保險程度提高爲95%，則其增產之最小量爲82.15公斤/公頃。

VI·員林—省立員林農職農場

表16：員林區處理平均稻穀收量(公頃/公斤)及百分率之比較

處理		平均收量	相差		L. S. D.	百分率	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	3411				100.13			
	K_1	3407	4		P=5%,119.1	100.02	0.11		P=5%, 3.50
	K_0	3402	-9	5	P=1%,162.5	99.87	0.26	0.15	P=1%, 4.77
C_1	K_2	3432				100.75			
	K_1	3550	-118			104.22	-3.47		
	K_0	3522	-90	29	P=5%,168.5	103.39	-2.64	0.83	P=5%, 4.95
C_0	K_2	3390			P=1%,229.8	99.52			P=1%, 6.75
	K_1	3260	127			95.79	3.73		
	K_0	2382	108	-19		96.35	3.17	-0.56	
$K_2+K_1+K_0$	C_1	3501			P=5%,248.6	102.77			P=5%, 7.30
	C_2	3312	189		P=1%,389.9	97.23	5.54		P=1%,11.45
本區總平均		3406.4							

由表16，可知不論在任何場合下，鉀肥之效應均微不足道，祗在不施堆肥之個別場合下，施K_2O 80 公斤/公頃之效應較大，但仍距顯著標準尚遠。堆肥之效應亦不顯著，且此試驗之機差並非很大，得此結果，或因彰化員林地區之土壤爲中性粘板岩沖積土，含有效性鉀甚豐之故。

（二） 稻 藁 收 量

中北部六個地區稻藁收量經綜合變方分析結果如表17，個別分析如表18。玆先以表 7 與表17比觀，可得在六個地區之綜合場合下，稻谷收量之主、副區變異係數均較稻藁者小。同時另以表8 與表18比觀，在各個地區之個別場合下，稻谷收量之主副區變異係數亦大部份比較稻藁收量者

小，且表7及表8中之各個實將F值亦均較表17及表18者大，僅苗栗區之試驗結果稍有例外，可知稻穀收量之紀錄常較稻藁者準確，致其原因似有下列兩端：

(1)各區試驗場所於試區成熟收割後即行脫粒，並將稻穀裝入布裝，搬回種子室陰乾，直至適當時期，始行風淨秤重；至於稻藁，則因體積膨大，搬運費工及種子室之容量有限，故於田間收割脫粒之後，祗將其綑扎成束，仍放置于原田中，任由雨打日晒，至使各區稻藁之乾燥程度無法一致，引入額外之機差。

(2)因稻穀之價值較稻藁爲高，農工於進行收割脫粒晒乾秤重等工作其時，不自覺地對稻谷較爲愼重。

表17：中北部六個地區稻藁收量之綜合變方分析結果

變異原因	自由度	平方和	均方	實得F值	理論F值		
					5%	1%	5%
地區	5	213856526	42771305	278.86	2.53	3.70	4.23
區集	30	5813420	193781	1.26	1.84	2.38	2.63
堆肥施用與否	1	403004	403004	2.63	4.17	7.56	9.18
地區×堆肥	5	402794	50559	——	2.53	3.70	4.23
主區機差	30	4601319	153377				
鉀肥施量	(2)	1745096	872548	8.43	3.08	4.79	5.54
鉀肥直線反應	1	1010025	1010025	9.658	3.93	6.86	8.18
鉀肥曲線反應	1	735075	735075	7.029	〃	〃	〃
地區×鉀肥	10	2374416	237442	2.27	1.91	2.48	2.71
堆肥×鉀肥	2	61037	30519	——	3.08	4.79	5.54
地區×堆肥×鉀肥	10	601606	60161	——	1.91	2.48	2.71
副區機差	120	12548978	104575				
總計	215	242408196					

主區變異係數=12.07 副區變異係數=9.97

觀表19，可知不論施用堆肥與否之個別或綜合場合下，初施 K_2O40 公斤/公頃對於稻藁收量均有顯著之增加，其增產之估數，約爲 200 公斤/公頃或佔總平均值之6%；但再施40公斤/公頃之K_2O，遂即轉呈宮[illegible]功[illegible]之象。堆肥之施用，雖略增稾量，但未達顯著標準。之以表19與表6比觀，可知稻田施用鉀素對穀及藁之收量效應，仍有若干迥異之點，即初施 K_2O40 公斤/公頃，對稻藁收量之效應較稻穀高約一倍，但再施 K_2O40 公斤/公頃，其稻穀效應雖較初施者低，但尙屬顯著增產，惟其稻藁效應，則既不顯著且轉爲減產。至於施用堆肥之效應，雖呈增加藁產之象但爲數不大，未達顯著標準。

本試驗結果所得全部稻藁收量紀錄，曾經綜合及個別之變方分析，得結果如表17及18，由表18中之各個機差均方計算得表20，表中相差之旁無記號者不顯著，有一個*號者爲 P=5% 之顯著，有兩個*號者爲P=10%之顯著。

表18：中北部六個地區稻藁紀錄之個別變方分析結果

變異原因	自由度	臺北 均方	臺北 F	中壢 均方	中壢 F	埔心 均方	埔心 F	新竹 均方	新竹 F	苗栗 均方	苗栗 F	員林 均方	員林 F	理論F值 5%	理論F值 1%
區集	5	125513	2.308	27109	——	63196	——	678131	1.605	79271	7.494	189463	——	5.05	10.97
堆肥	1	193600	3.560	52136	——	3	——	1344	——	42711	4.038	516003	2.339	6.61	16.26
主區機差	5	54387		118203		93916		422585		10578		220596			
鉀肥量	(2)	435100	7.570	554844	15.899	114436	3.632	805952	2.182	90886	3.228	58536	——	3.49	5.85
鉀肥直線反應	1	558150	9.711	1092267	31.299	112067	3.557	74817	——	170017	6.038	38400	——	4.35	8.10
鉀肥曲線反應	1	312050	5.429	17422	——	116806	3.707	1537089	4.161	11756	——	78672	——	〃	〃
堆肥×鉀肥	2	8033	——	58077	2.438	10502	——	211436	——	14952	——	1319	——	3.46	5.85
副區機差	20	57477		34898		31509		369361		28156		106048		總平均	
公頃公斤總平均		2975.0		1544.7		2948.6		4882.8		3491.1		3926.9		3244.9	
主區變異係數		7.839		22.257		10.393		13.313		2.943		12.950		11.616	
副區變異係數		8.059		12.094		6.020		12.447		4.806		8.979		8.734	
主因相對效率		84.44		35.23		37.83		72.63		171.99		47.22		74.89	
副因相對效率		92.27		145.27		137.28		101.16		86.05		119.56		114.43	

表19：中北部六個地區綜合處理平均稻藁收量(公頃公斤)及百分率之比較

處理		平均收量	相差		L. S. D.	百分率	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	3287.4				101.31			
	K_1	3327.4	-40.0		P=5%,106.71	102.54	-1.23		P=5%, 3.29
	K_0	3119.9	167.5**	207.5**	P=1%,141.05	96.15	5.16**	6.39**	P=1%, 4.35
C_1	K_2	3308.6				101.91			
	K_1	3373.6	-60.0			103.97	-2.01		
	K_0	3181.2	126.7*	191.7*	P=5%,150.92	98.06	3.90	5.91*	P=5%,4.65
C_0	K_2	3266.1			P=1%,199.47	100.65			P=1% 6.15
	K_1	3281.1	-15.0			101.12	-0.47		
	K_0	3057.8	208.3**	223.3**		94.23	6.42**	6.89*	
$K_2+K_1+K_0$	C_1	3288.1			P=5%,108.83	101.23			P=5%, 3.35
	C_0	3201.7	86.4		P=1%,146.56	98.67	2.66		P=1%, 4.52
總平均		3244.9							

表20：各地區個別之處理平均稻藁收量(公頃公斤)之比較

地區		臺北			中壢			埔心		
處理		平均收量	相差		平均收量	相差		平均收量	相差	
C_1+C_0	K_2	3062			1742			2977		
	K_1	3107	-45		1576	166*		3029	-52	
	K_0	2757	305**	350**	1316	426*	260**	2840	137	189*
C_1	K_2	2990			1853			2977		
	K_1	3058	-68		1522	331**		3058	-81	
	K_0	2567	423**	491**	1373	480**	149	2810	167	247*
C_0	K_2	3133			1632			2977		
	K_1	3155	-22		1630	-2		3000	-23	
	K_0	2857	276	298*	1258	374**	372**	3870	107	130
$K_2+K_1+K_0$	C_1	3048			1583			2948		
	C_0	2902	146		1507	76		2949	-1	
本區總平均		2975.0			1544.7			2948.6		

地區		新竹			苗栗			員林		
處理		平均收量	相差		平均收量	相差		平均收量	相差	
C_1+C_0	K_2	4681			3562			3700		
	K_1	5175	-494		3517	45		3561	139	
	K_0	4792	-111	383	3394	168*	123	3620	80	-59
C_1	K_2	4522			3557			3810		
	K_1	5238	-716		3577	-20		3692	118	
	K_0	4870	-348	368	3443	114	134	3738	72	-46
C_0	K_2	4840			3568			3590		
	K_1	5112	-277		3457	111		3430	160	
	K_0	4715	125	397	3245	223*	312	3503	87	-73
$K_2+K_1+K_0$	C_1	4877			3526			3747		
	C_0	4889	12		3457	69		3507	240	
本區總平均		4882.8			3491.1			3626.9		

今以表20與表 9 至14比觀，可知各地區之試驗結果紀錄中各參試處理平均稻谷收量與稻藁收量之相差呈頗相類似之傾向。在臺北區任何場合下，初施 K_2O40 公斤/公頃均有增產之效應，但稻藁之增產量較之稻谷爲大，且以施用堆肥之個別場合爲更大，再施 K_2O40 公斤/公頃均有減產之象，但稻藁之減量較之稻谷爲少且不顯著。在中壢區，兩性狀之傾向相似，即不論在任何場合下，初及再施 K_2O40 公斤/公頃，亦均有增產之象，僅稻藁之增量竟爲稻谷之三倍左右，可能因稻株之生長盛期尙未缺水，漸至抽穗以後始現旱害所致。在埔心區初施 K_2O40 公斤/公頃仍稍有顯著之增加藁產，但再施 K_2O40 公斤/公頃，則反呈減少藁糰之象。在新竹區之情形，大致與埔心區同，但其增減之數量均甚大，徒以其試驗機差更大，故皆未達顯著標準；若另與表13之稻谷收量比觀，即知在此地區之鉀素施量對稻藁收量之反應竟爲稻谷收量之五倍以上，未悉原因何在。苗栗區初施 K_2O40 公斤/公頃，即不論在任何種場合下，其稻藁均呈機率爲10%之顯著，增產再施之情形趨於混亂，在施用堆肥之個別場合下有減產之象，反之不施堆肥則仍有增產之效，致使不論在綜合場合及不施堆肥之個別場合下，共施 K_2O80 公斤/公頃之稻藁增產均達顯著標準。在員林區，結果與其他地區相反，初施 K_2O40 公斤/公頃對稻藁收量均示減產，再施則普遍增產，但其增減之數皆不大，至於堆肥對於稻藁之效應，在六個地區之中，以員林區者最大，臺北區次之，苗栗、中壢兩區在次之，新竹及埔心兩地，終竟無效，但即最大之員林效應，尙未達於顯著標準。

（三）有效分蘗及株高

有效分蘗數及株高爲構成稻體之兩項主要組織，故若以表19與表23及表27比觀，可知在各地區之綜合平均場下，有效分蘗數及株高與稻藁收量之鉀肥效應，有極類似之傾向；即施用K_2O40公斤/公頃對有效分蘗數、株高及稻藁收量三者之效應，均呈顯著之增加，再施K_2O40公斤/公頃

對該三者則均呈不顯著之減少，其中僅在不施堆肥之個別場合下，株高未能一致，即仍稍見增高耳。堆肥之施用各呈近於或剛剛顯著之增加。另以表20與表24及表28比觀，其傾向雖仍類似，但各地區之個別類似程度，不及綜合之甚，此乃由於地區間之風土不同及過大機差之使然也。

表21：中北部五個地區之有效分蘗數綜合變方分析結果

變異原因	自由度	平方和	均方	實得F值	理論F值 5 %	理論F值 1 %	理論F值 .5 %
地區	4	7843.06	1960.76	184.6***	2.53	3.70	4.23
區集	25	870.57	34.82	3.28**	1.84	2.38	2.63
堆肥施用與否	1	46.08	46.08	4.34*	4.17	7.56	9.18
地區×堆肥	4	84.44	21.11	1.99	2.53	3.70	4.23
主區機差	25	265.61	10.62				
鉀肥施量	(2)	128.81	64.41	6.89***	3.08	4.79	5.54
鉀肥直線反應	1	35.36	35.36	3.78*	3.94	6.90	8.28
鉀肥曲線反應	1	93.44	93.44	10.00***	〃	〃	〃
地區×鉀肥	8	93.22	11.65	1.25	1.91	2.48	2.71
堆肥×鉀肥	2	6.04	3.02	——	3.08	4.79	5.54
地區×堆肥×鉀肥	8	98.34	12.29	1.30	1.91	2.48	2.71
副區機差	100	934.39	9.34				
叢間機差	1620	6135.20	3.787				
總計	1799	16505.76					

主區變異係數=23.65，副區變異係數=23.18

抽樣調查之確度損失率=40.55%

表22：中北部五個地區有效分蘗數之個別變方分析結果

變異原因 \ 地區	自由度	臺北 均方	臺北 F	埔心 均方	埔心 F	新竹 均方	新竹 F	苗栗 均方	苗栗 F	員林 均方	員林 F	理論F值 5%	理論F值 1%
區集	5	34.848	2.989	29.23		43.232	5.193*	36.626	8.898*	30.178	1.489	5.05	10.9
堆肥	1	87.020	7.463*	2.02	——	34.225	4.111	1.120	——	6.130	——	6.61	716.26
主區機差	5	11.660		17.158		8.325		4.116		20.264			
鉀肥	(2)	46.965	4.221*	3.41	——	52.759	6.505**	6.955	——	0.925	——	3.49	5.85
鉀肥直線反應	1	9.204	——	0.02	——	59.000	7.275*	10.840	1.291	0.340	——	4.35	8.10
鉀肥曲線反應	1	84.735	7.615*	6.82	——	46.510	5.735*	3.070	——	1.510	——	〃	〃
堆肥×鉀肥	2	5.865	——	5.435	——	39.175	4.830*	0.950	——	0.77	——	3.49	5.85
副區機差	20	11.127		12.736		8.110		8.396		4.097			
叢間機差	324	4.903		3.564		3.734		5.206		1.529		總平均	
平均每叢分蘗數		11.68		15.66		16.16		14.41		10.99		13.78	
主區變異係數		29.23		26.45		17.85		14.08		40.96		25.714	
副區變異係數		28.56		22.79		17.62		21.11		18.42		21.500	
抽樣確度損失率		44.06%		27.98%		46.04%		62.01%		37.31%		43.48%	

表23：中北部五個地區之處理每叢平均有效分蘗數之比較

處理		平均數	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	13.79			
	K_1	14.10	-0.31		P=5%, 0.35
	K_0	13.45	0.34*	0.65**	P=1%, 0.64
C_1	K_2	13.71			
	K_1	13.88	-0.17		
	K_0	13.27	0.44	0.65*	P=5%, 0.49
C_0	K_2	13.87			P=1%, 0.65
	K_1	14.32	-0.45		
	K_0	13.63	0.24	0.69**	
$K_2+K_2+K_0$	C_1	13.94			P=5%, 0.32
	C_1	13.62		0.32*	P=1%, 0.43
總平均		13.78			

表24：各地區個別之處理平均每叢有效分蘗數之比較

地區		臺北			埔心			新竹		
處理		平均數	相差		平均數	相差		平均數	相差	
C_1+C_0	K_2	11.53			15.56			16.40		
	K_1	12.33	-0.80		15.86	-0.30		16.67	-0.27	
	K_0	11.14	0.36	1.19*	15.57	-0.01	0.29	15.41	0.99*	1.26**
C_1	K_2	12.22			15.53			16.05		
	K_1	12.62	-0.40		16.00	-0.47		17.27	-1.22*	
	K_0	11.68	0.54	0.94	15.27	0.26	0.73	16.08	-0.03	1.19*
C_0	K_2	10.85			15.58			16.75		
	K_1	12.12	-1.27		15.75	-0.17		16.07	0.68	
	K_0	10.60	0.25	1.52*	15.88	-0.30	-0.13	14.73	2.02**	1.34*
$K_2+K_1+K_0$	C_1	12.17			15.74			16.47		
	C_0	11.19		0.98*	15.59		0.15	15.85		0.62
本區總平均		11.68			15.66			16.16		

地區		苗栗			員林		
處理		平均數	相差		平均數	相差	
C_1+C_0	K_2	14.56			10.91		
	K_1	14.54	0.02		11.08	-0.17	
	K_0	14.13	0.43	0.41	10.98	-0.07	0.10
C_1	K_2	14.60			10.97		
	K_1	14.47	0.13		11.30	-0.33	
	K_0	14.00	0.60	0.47	11.10	-0.13	0.20
C_0	K_2	14.52			10.85		
	K_1	14.62	-0.12		10.87	-0.02	
	K_0	14.27	0.25	0.35	10.87	-0.02	0.00
$K_2+K_1+K_0$	C_1	14.36			11.12		
	C_0	14.47	-0.11		10.86	0.26	
本區總平均		14.41			10.99		

表25：中北部五個地區之株高（cm）綜合變方分析結果

變異原因	自由度	平方和	均方	實得F值	理論F值		
					5 %	1 %	.5 %
地區	4	110671.54	27667.885	272.64***	2.53	3.70	4.23
區集	25	4921.49	196.859	1.93*	1.84	2.38	2.68
堆肥施用與否	1	1424.53	1424.530	14.04***	4.17	7.56	9.18
地區×堆肥	4	55.15	13.787	0.14	2.53	3.70	4.23
主區機差	25	2537.08	101.483				
鉀肥施量	(2)	2507.89	1253.945	28.45***	3.08	4.79	5.54
鉀肥直線反應	1	1774.39	1774.39	40.26***	3.94	6.90	8.28
鉀肥曲線反應	1	733.51	733.51	16.64***	〃	〃	〃
地區×鉀肥	8	401.37	50.171	1.14	1.91	2.48	2.71
堆肥×鉀肥	2	198.54	99.270	2.25	3.08	4.79	5.54
地區×堆肥×鉀肥	8	520.26	65.032	1.48	1.91	2.48	2.71
副區機差	100	4407.22	44.072				
叢間機差	1620	29001.535	17.902				
總計	1799	156647.32					

主區變異係數=10.60，副區變異係數=6.98

抽樣調查之確度損失率=40.62%

表26：中北部五個地區植株高度之個別變方分析結果

變異原因＼地區	自由度	臺北 均方	臺北 F	埔心 均方	埔心 F	新竹 均方	新竹 F	苗栗 均方	苗栗 F	員林 均方	員林 F	理論F值 5%	理論F值 1%
區集	5	133.032	4.870	512.057	12.121	153.922	1.850	85.624	——	117.866	——	5.05	10.97
堆肥	1	420.34	15.388*	397.530	9.410*	219.330	2.640	134.440	——	308.030	1.848	6.61	16.26
主區機差	5	27.316		42.246		83.204		196.678		163.518			
鉀肥	(2)	637.560	10.948**	293.515	9.667**	252.015	4.300*	191.935	7.554**	79.600	1.726	3.49	5.85
鉀肥直線反應	1	537.000	9.221**	476.580	15.517**	421.350	7.198*	345.600	13.601**	101.400	2.199	4.35	8.10
鉀肥曲線反應	1	738.110	12.675**	110.450	3.596	82.69	1.413	38.270	1.506	57.800	1.253	〃	〃
堆肥×鉀肥	2	126.700	2.176	23.095	——	63.175	1.080	70.305	2.767	76.135	1.651	3.49	5 .85
副區機差	20	58.234		30.713		58.541		25.409		46.113			
叢間機差	324	16.990		12.525		15.298		10.417		37.306			

	臺北	埔心	新竹	苗栗	員林	總平均
平均高度	80.17	94.73	97.78	100.92	101.69	95.06
主區變異係數	6.52	6.86	9.33	13.90	12.57	9.836
副區變異係數	9.52	5.85	7.82	4.99	6.68	6.972
抽樣確度損失率	29.18%	40.78%	26.13%	41.00%	80.90%	43.60%

表27：中北部五個地區之處理平均株高之比較

處理		平均株高	相差		L. S. D.
C_1+C_0	K_2	95.82			
	K_1	95.96	-0.14		P=5%, 0.76
	K_0	93.39	2.43**	2.57**	P=1%, 1.01
C_1	K_2	96.28			
	K_1	96.91	-0.63		
	K_0	94.65	1.63**	2.26**	P=5%, 1.07
C_0	K_2	95.37			P=1%, 1.42
	K_1	95.01	0.36		
	K_0	92.13	3.24**	2.88**	
$K_2+K_1+K_0$	C_1	95.95			P=5% 0.98
	C_2	94.17		1.28**	P=1%, 1.32
總平均					

再參閱表21及表25，可知有效分蘖數之變異係數甚大，但株高者則非是，至於抽樣之確度損失率（Loss in Information due to sampling），不論在有效分蘖數或株高之調查平均約達40%，此數匪小，並觀表22及表26，又知各地區個別之變方分析經果，參試處理之實得 F值達於極顯著標準者並不多，有若干地區毫無顯著，尤以有效分蘖數者爲然，故調查樣品最少仍應維持每一副區十叢之原有計劃。另因副區機差均方大於叢間機差均方，故調查樣品以遍及全試驗所有各個區集之副區而得之結果，必較減少區集數而祇增加每一副區之調查叢數者爲準確。換言之，若因勞力之不足，無奈而減少調查之總叢數時，則應以全部副區平均減少，不宜減少調查之區集數也。

四.摘要與討論

(一) 本報告所述，係於民國47年第二期作在本省中北部臺北、中壢、埔心、新竹、苗栗、員林六個地區所作正式試驗之結果，在此六個試驗中之每一試區內曾於當年第一期（即各該正式試驗之前作）分別舉行均度試驗，並經以前作均度試驗紀錄與後作正式試驗紀錄依試區之相同而進行變積分析（Analysis of Co-variance），藉以深測其間之相關程度，結果求得之各個機差相關係數極少大於 3.3 者，且均未達顯著標準，竟有以負數出現者，故本報告不以均度試驗紀錄糾正正式試驗紀錄，而運用正式試驗紀錄進行整理分析比較，作各項討論得結果如前章所述，至於均度試驗之結果容後另文報告。

(二) 本省中北部六個地區正式試驗紀錄綜合比較結果，可知初施 K_2O40公斤/公頃對稻谷及稻藁收量、有效分蘖數及植株高度等四種農藝性狀，均有顯著之增進效應，若單就稻谷收量之多少而論，各個地區之個別比較，則以臺北區有顯著之最大效應，苗栗、中壢、埔心、三個地區

表28：各地區個別之處理平均株高（cm）之比較

地區		臺北			埔心			新竹			苗栗			員林		
地處		平均株高	相差		平均株高	相差		平均株高	相差		平均株高	相差		平均株高	相差	
C_1+C_0	K_2	80.66			95.74			98.77			101.89			102.06		
	K_1	82.20	-1.54		95.91	-0.17		98.46	0.31		101.38	0.51		102.26	-0.20	
	K_0	77.67	2.99**	4.53**	92.92	2.82**	2.99**	96.12	2.65*	2.34*	99.49	2.40**	1.89**	100.76	1.30	1.50
C_1	K_2	81.57			96.26			99.08			101.63			102.81		
	K_1	82.35	-0.78		96.73	-0.44		98.87	0.21		102.57	-0.94		104.05	-1.24	
	K_0	79.85	1.72	2.50	92.63	3.66**	4.10**	97.73	1.35	1.14	100.40	1.23	2.17*	100.98	1.83	3.07*
C_0	K_2	79.75			95.19			98.45			100.48			101.30		
	K_1	82.05	-2.30		94.28	0.95		98.05	0.40		100.60	-0.21		100.47	0.83	
	K_0	75.48	4.27**	6.57**	91.55	364**	2.73*	94.50	3.95*	3.55*	98.58	1.90	2.02*	100.53	0.77	0.06-
$K_2+K_1+K_0$	C_1	81.26			95.78			98.56			101.53			102.62		
	C_0	79.09	2.17*		93.67	2.11*		97.00	1.56		100.31	1.22		100.77	1.85	
本區總平均		80.17			94.73			97.78			100.92			101.69		

次之，餘新竹及員林兩個地區，可謂毫無效應。在有效應之四個地區之中、臺北、中壢、埔心三個地區之結果均以在不施堆肥之場合者大於施用堆肥之場合者，獨苗栗區反是，即該地區之效應以在施用堆肥之個別場合下施用K_2O40公斤/公頃所得反較不施堆肥大。

（二）在再施 K_2O40 公斤/公頃時，在六個地區的綜合場合，對稻谷均呈增產之效應，但仍以在不施堆肥之場合下始達顯著，施用堆肥者則否。各地之個別比較，差別甚大，以苗栗區之效應最大而極顯著，次爲埔心、中壢兩區，新竹在施用堆肥之場合下仍呈不顯著之增產；但在不施堆肥之場合下，反呈不顯著之減產，員林區之情形與新竹相反。餘在臺北區再施 K_2O40 公斤/公頃影響稻谷收量竟瀕於顯著減產之境。茲將六地區施用鉀肥之效應列述如表29。

表29：鉀肥對稻谷增產之效應

公頃 K_2O用量 \ 地區 增產 堆肥		臺北 %	臺北 公斤/公頃	中壢 %	中壢 公斤/公頃	埔心 %	埔心 公斤/公頃	新竹 %	新竹 公斤/公頃	苗栗 %	苗栗 公斤/公頃	員林 %	員林 公斤/公頃
初施 40	施用	6.65	148	10.85	68	1.23	38	1.2	43	7.30	270	0.83	28
	不施	13.38	298	16.77	102	7.53	232	0.64	23	0.95	35	-0.56	-19
再施 40	施用	-6.87	-153	14.04	88	3.57	110	3.35	120	3.5	131	-3.47	-118
	不施	-7.86	-175	9.26	58	0.81	25	4.55	-163	17.71	655	3.75	127
附註		不宜高達80公斤，40公斤爲必需，最適量尤待研究。		因旱害，收量僅平年1/4，鉀效應極顯著。		鉀對增產自無疑問，惜耕作管理不善，機差太大。		差異不顯著。		不論施堆肥與否，公頃施K_2O80 公斤，最低界限均爲甚大之正值，且最低純益亦然。		均不達顯著標準。	

（四）以本試驗時糧食局肥料換谷比率而論，K_2O40公斤之價值相當於60公斤之稻谷，故施用K_2O40公斤，稻谷之增產必須超過60公斤，在理論上方爲有利。惟表29所列增產數字，並非絕對準確數字，其眞實數字可能小於或大於該相差之任何數字，且各佔50%左右之機率。在施用鉀肥呈現顯著增谷之地區中，除中壢因旱害與埔心因管理耕作不善外，就可靠機率爲95%之場合中，擬摘要重述其意義於后：以臺北區爲例，根據表10所示，在不施堆肥之場合下，施用K_2O40公斤/公頃，可望最少獲得稻谷98.15公斤/公頃之純益。以苗栗區爲例，根據表15(c)公示，在不施堆肥之場合下，施用K_2O40公斤/公頃可望最少獲得稻谷384.31公斤/公頃之純益，另在施用堆肥之場合下，可望最少獲得稻谷95.31公斤/公頃之純益。表10之臺北區結果，在施用堆肥之場合下，施用K_2O40公斤/公頃之最低界限爲8.15公斤/公頃，最低純益爲負51.85公斤/公頃，此一負數之含意，僅及施用鉀肥之不經濟，並非表示同時施用堆肥八千公斤/公頃及K_2C40公斤/公頃之總效應爲不經濟，因該項相差以至其最低界限及最低純益，並未涉及施用堆肥之效應故也。倘欲求得該項總效應之最低界限及最低純益，其相差則應另以C_1K_1與C_0K_0兩處理收量對減得之即2388－2027＝361公斤/公頃。其

$$平均收量相差之最低界限＝平均相差－t.05\times\sqrt{\frac{2}{r\beta}\left[(\beta-1)E_b+E_a\right]}$$

$$=361-1.834\times\sqrt{\frac{2}{6\times 3}\left[(\beta-1)\times 17482+21076\right]}$$

$$=216.28公斤/公頃。$$

若再求其純益，則應自最最低界限減去施用鉀肥及堆肥之成本得之，今設施用之堆肥成本爲零，則其最低純益應爲216.28－60＝156.28公斤/公頃也。

（五）關於施用堆肥之效果，普遍良好，但僅苗栗、中壢兩個地區達於顯著標準，員林次之，其餘臺北、埔心、新竹三個地區之效應，則祇有2.60至5.44%且未顯著之增產耳。

五、參　考　文　獻

（1）張守敬、曾憲鼎、步焱昇：臺灣省水稻三要素適量試驗結果之檢討，臺灣省農業試驗所彙報7：1～74，1947。
（2）張守敬、曾憲鼎：臺灣水稻三要素試驗報告，農業研究4(1)13-57，1954。
（3）張守敬：臺灣土壤鉀素含量之情形與施用鉀肥對稻作之效果，科學農業，3(11)，1955。
（4）Cochran, W. G. and G. M. Cox：Experimental Disigns, 1957。

ENGLISH SYNOPSIS AND DISCUSSION FIRST REPORT ON THE REGIONAL EXPERIMENT OF POTASSIUM REQUIREMENT OF RICE IN TAIWAN

by

C. Y. Sheng and L. C. Chang

(1) In early spring, 1958, the International Potash Institute, Berne (Switzerland) entreated of the Society of Soil Scientists and Fertilizer Technolongists of Taiwan to carry out a regional trial of potassium requirement of rice in Taiwan. This report presents the result of the experiment in the second crop, 1958. The experiment was located at six places in the north and middle part of Taiwan, namely, Taipei, Chungli, Puhsin, Hsinchu, Miaoli, and Yuanlin. In each Experiment, having their respective uniformity trials in the first crop of the year, the whole data have put into an analysis of co-variance and all the experimental correlation Coefficients were below +0.3 and insignificant. Thus all the conclusions in this report was drawn immediately from the second crop experimental data without any correction concerning the uniformity trials.

(2) Following the statistical analyses and hypothetical tests of the six experimental data, it is evident that the four agronomical characters (grain yield, culm yield, effective tiller number and plant height) investigated are raised by the application of a weight of K_2O by 40 kg/ha all to a significant level. For the grain yield only, Taipei shows a very keen effect, Miaoli, Chungli and Puhsin just reach their significant level, and Hsinchu and Yuanlin however show no effect. Furthermore, in Taipei, Chungli and Puhsin, the rerults show a more significant effect when not using compost; but in Miaoli it happens the converse.

(3) Applying 80 kg/ha of K_2O, in general tended to increase the grain yield when no compost was used, but with large differences among places. It is significant at Miaoli, next are those at Puhsin and Chungli; while at Hsinchu, it shows an increase when adding compost and a decrease when not; but both are not significant; at Yuanlin the result is conversed; the additional 40 kg/ha of K_2O, even caused a significant decrease of grain yield in Taipei.

(4) In accordance with the rate of exchange from rice to potassium chloride announced by Taiwan Provincial Food Bureau in 1958, 40 kg/ha was equivalent to 60 kg of rice. Consequently, the net profit of using 40 kg/ha of K_2O is that the amount of increase minus 60 kg/ha of rice. Fur-

thermore, if the reliability of the grain increase is raised to 95%, their least confidence limits and least net profits can be obtained by some statistical computations as following table:

Location	Amount of K_2O used	Compost	Increase of grain	Least confidence limit of grain increase	Least net profit of grain
Taipei	40 kg/ha	Average of both used and not	224 kg/ha	125 kg/ha	65 kg/ha
		not used	298 kg/ha	158 kg/ha	98kg/ha
Mioli	40 kg/ha	used	270 kg/ha	84 kg/ha	24 kg/ha
	80 kg/ha	Average of both used and not	546 kg/ha	415 kg/ha	295 kg/ha
		used	401 kg/ha	215 kg/ha	95 kg/ha
		not used	690 kg/ha	504 kg/ha	384 kg/ha

From above table, in Miaoli, there are three largest least net profits. This shows that it is profitable to use 80 kg/ha of K_2O either with 8000 kg/ha of compost or not. But 40 kg/ha of K_2O is used, it must be in company with compost. In Taipei, the applying of 40 kg/ha of K_2O without compost accompanied is profitable also. The other items which are not included in the table turn out to be uneconomical.

(5) The effects of compost in all places are generally tending to increase the yield. At Miaoli and Chungli, they are very significant. Yuanlin, it just reaches 95% significant level. Due to the experimental errors of main plot are too large, at Taipei, Puhsin and Hsinchu they are not significant.

優良大豆根瘤菌之選拔與試驗(一)

吳　敏　慧

A SELECTION OF GOOD STRAINS OF RH JAPONICUM BY FIELD EXPERIMENT

by

Ming-huei Wu

一、前　　　言

豆科種類很爲複雜，約有10,000—12,000種之多，已被研究根瘤者，祇不過10%而已。瘤中根瘤菌對豆科宿主特有選擇性，有的菌可寄居在好幾種豆科植物根上，有的祇喜愛一種豆科，因此豆科根瘤菌就形成了很多族，究有多少族，至今尚未能完全明瞭。

土壤中生活的根瘤菌，分佈很廣，然而並非凡土壤均有各族根瘤菌，有時某地新栽培某種豆科，不見根瘤着生，即是此理，倘若一地長久栽培某種豆科，自當誘入該豆科根瘤菌，適者生存，弱者淘汰，强者侵入豆根形成根瘤。有些豆根自外表看來根瘤密佈整個根系，實際上也許是無效菌寄生，不但不能轉變空中游離氮素變爲有效態，同時反而消耗豆科營養，產生不良效果。土壤中無效菌之多少不一，但就Umbreit氏在美國Wisconsin地方分離大豆菌，其結果無效者佔25%(3)。旣使某地土壤中全爲優良根瘤菌，往往也因過於潮濕或乾燥，或其他原因使根瘤菌變弱甚至失去固氮能力或致死亡，尤其酸性土壤此種情形顯著。因此選拔優良大豆菌，行人工接種是所必要。

優良菌之選拔，均經生理試驗(1)，盆栽接種及田間試驗(2)等等鑑別，方選爲優良菌，本試驗菌之來源有二；一爲本省各地區之優良根瘤分離菌，另爲國外引入純菌及商品。省內分離菌，經田間試驗證明爲優良者有：GY_9–B_5，$GB_{17}A_1$，國外引入純菌有504，506，518，523，525，商品有Nitragin (U.S.A.)，爲求國內外名優菌中選獲一種對本省適應性最廣；同時增產效果最高者以爲推廣起見，故在各地舉行當地最適應豆科之接種比較試驗。本試驗爲在嘉義縣蒜頭鄉舉行十石大豆之接種試驗報告。

二、試　驗　方　法

(一) 供試菌種：詳見表1以不接種爲對照 (CK)

(二) 試驗地點：蒜頭糖廠蒜頭農場。

(三) 試驗時間：民國四十八年三月九日接種播種，於同年五月二十九日收穫。

(四) 田間規劃：小區面積$7.95^m \times 2.40^m = 19.08^{m^2}$，每小區植八行，每行植63株，即行距30cm，株距12.5cm，收穫時小區四周邊行不計，故實收小區面積爲$7.625^m \times 1.8^m = 13.725^{m^2}$，公頃公斤之改稱因子爲728.59745；株數爲6×61＝366株，採用逢機區集法，全試驗含有 6個區集，每區集12小區，共12×6＝72小區。

(五) 肥料用量：以每公頃10—60—60施肥平準計算。氮用硫酸銨，磷用過磷酸鈣，鉀用氯化鉀。

(六) 供試大豆品種：選用試驗地區慣用之品種"十石"。

三、試　驗　結　果

大豆種實收量結果經整理後如表1，經變方分析結果如表2。處理間及接種與否極為顯著，惟菌種間差異不顯著。故進一步僅分析接種與否及最優菌種增產之效果。

表 1　小區大豆收量（公斤/公頃）

Table 1.　The yield of soybean per plot

區集 Block / 處理代號 Treatment and Treatment No.	I	II	III	IV	V	VI	處理總計 Treatment Total.	接種與否總計 Total of Inoculation and Non-inoculation
1. Rh. jap. 504	1231	1078	1158	1322	1162	1180	7131	
2. Rh. jap. 506	1435	1064	1224	1381	1144	1129	7377	
3. Rh. jap. 518	1086	1144	1067	1184	1359	1348	7188	
4. Rh. jap. 523	1024	962	1169	1344	1180	1362	7041	58485
5. Rh. jap. 525	1115	965	1257	1421	1724	1158	7140	
6. GY_9-B_5	1322	1304	1232	1362	1388	1158	7816	
7. GB_{17}-A_4	1198	1129	1027	1497	1133	1155	7139	
8. Nitragin "S"	1177	1303	1232	1362	1311	1213	7653	
9. CK_1	1082	1293	1049	1242	925	1045	6636	
10. CK_2	914	1042	1064	1303	1032	965	6375	27045
11. CK_3	1016	969	1359	1290	1202	1151	6987	
12. CK_4	1337	1024	1290	1290	911	1195	7074	
區集總計 Blocktotal	13937	13282	14223	16003	14021	14059	85530	

表 2.　變方分析結果

Table2.　Analysis of Variance

變異原因 Source of variation	自由度 D.F.	平方和 Sum of square	均施 Mean square	實測F值 F	理論F值 Required 5%	1%
區集 Block	5	349771.50	69954.30	5.370		
處理 Treatment	(8)	276320.50	34540.06	3.345**	2.11	2.85
接種與否 Inoculation and Non-inoculation	1	134139.06	134139.06	10.294**	4.02	7.12
菌種之間 Strain	7	92599.64	13228.52	1.015	2.18	2.98
機差 Errer	58	755545.50	13026.65			
總計 Total	71	138167.50	19459.68			

(一) 接種與否之比較：

$$\frac{58485}{48}-\frac{27045}{24}=1218.44-1126.88=91.56\ kg/ha.$$

即每公頃接種處理（各菌種之平均）較不接種處理平均高產91.56公斤，此數伸算百分率應爲：

$$(91.56\div1126.88)\times100=8.13\%$$

(二) 效果最大之GY_9—B_5菌種處理與不接種處理之比較；

$$\frac{7816}{6}-\frac{27045}{24}=1302.67-1126.88=175.79kg/ha.$$

$$(175.79\div1126.88)\times100=15.60\%$$

四、摘要與討論

(一) 據以往試驗，有兩個菌種特優，即GY_9-B_5在苗栗對三國豆增產98.29％，另GB_{17}-A_4增產97.60％，故特選此二菌參加本試驗比較。

(二) 本試驗接種處理均較不接種處理爲優，接種效果極顯著。接種處理較不接種處理平均增產91.56公斤/公頃，伸算百分率應爲9.13％。

(三) 菌種間效果雖不顯著，以本省分離菌GY_9-B_5爲最優。若以該菌而論，則較不接種處理平均增產175.79公斤/公頃，伸算百分率應爲15.6％。

(四) 優良菌增產率之多少因豆種，土壤，氣候，與栽培季節，人爲處理因子之不同而異。

(五) 以農民獲利而論，每公頃菌種費用在未商品化前，以最高成本計爲新臺幣30元，接種手續簡單，菌種混合種子即可，若以大豆每公斤6元計，則菌種費用不超過5公斤，既使以最低增產率計，農民亦可因接種而獲利益。

五、參考文獻

(1) 吳敏慧：羽扇豆根瘤菌之分離與試驗　農林學報第4輯，　民國44年臺灣省立農學院出版委員會印行。

(2) 吳敏慧；臺灣豆科根瘤菌人工接種問題之研究　農林學報第7輯　民國47年臺灣省立農學院出版委員會印行。

(3) Umbreit,W.W.: Three more reasons for soybean inoculation. Soybean digest. 4. No. 6, 9~10, 1944

A SELECTION OF GOOD STRAINS OF RH JAPONICUM BY FIELD EXPERIMENT

by

Ming-huei Wu

Taiwan Provincial College of Agriculture

SUMMARY

Rhizobia is widely distributed in the soil. The ineffectiveness and effectiveness of these organisms seem to be dependent upon their abilities of selecting their specific host plants. Some have an effect on certain legumes, giving highly effectiveness to plant growth through nitrogen fixation, others do not, perhaps giving little or no benefit, even harmful effect to the plants. Hence, to select a good strain is the first step of Rhizobia inoculation study. During the past years, two native isolates of soybean were proved to be good by the field experiments.

In order to get a superior strain for wide adaptation in Taiwan and giving high profit to farmers, a comparison of the effectiveness of both introduced and native good strains were experimented. The results of this study may be summarized in the following:

1. According to the past experiment, native strain GY_9-B_5, GB_{17}-A_4 are good to the variety of Mikuni in Miaoli. The former gives the increasing rate about 98.29%, the latter about 97.72%. It is the reason why they were compared with the six introduced good strains in this experiment.

2. Six strains were introduced from American, five (Rh. jap. 504,a 506, 518, 523, 525) being in cultures from Prof. O. N. Allen, one being commercial inoculant strain Nitragin "S" from Dr. J. C. Burton. All these strains were compared with the good native strain and studied by field experiment. From the results, the inoculated plots obtained distinctly high yields over the non-inoculated ones. In average, the used strains gave the increasing yields of about 91.56 kg/ha, or 8.13%.

3. All experimented strains were effective without any significant difference between them, but strain GY_9-B_5 seems to be more effective. In average, an increase of yields by this strain was 175.79 kg/ha or 15.6% greater than those of non-inoculated plots.

4. From the comprehensive results of past experiments, no matter what strain it is or where the inoculation has been conducted, the inoculated plots gave the increasing rate from 3.87% to 98. 29% or 47 kg/ha to 1,439 kg/ha, while the strain of GY_9-B_5, increased the yields from 50 kg/ha to 1,439 kg/ha, or 5.67% to 98.29%.

5. On the point of view of profit for farmers, the pure culture costs them NT$30 per hectare before the commercial inoculant has not been realized. The price of soybeans cost NT$6 a kilo, thus increasing yield of 5 kg/ha could meet its cost. Hence, even if the inoculated strain gives the increasing rate at the lowest point which has been found by past experiments, farmers will always have a great deal of benefit by inoculation.

(Received for publication June 30, 1960)

STUDIES ON THE DETECTION OF EXCELLENT L-GLUTAMIC ACID PRODUCING MICRO-ORGANISMS

I. ISOLATION

by

Chen-chiu Huang
Division of Food Technology
Taiwan Provincial College of Agriculture

Monosodium glutamate (MSG) is an important seasoning ingredient popularly used in the Far Eastern countries. Historical review on this particular industry obviously revealed that MSG production, either by means of digesting gluten with hydrochloric acid or the organic synthetic method (7) still remained as an unsolved problem in the past decades as far as its productive efficiency and nutritional value are concerned. A fermentive method has recently become well known being that l-glutamic acid accumulating organisms may synthesize glutamate abundantly in the culture media composed of carbohydrates and nitrogenous sources. "Transamination and reductive amination are the two main biochemical pathways being criticized for the glutamic acid formation which is taken place in the culture broth", reported T. Asai (1). On the studies of high-yield micro-organisms, he also pointed out the fact that those effecttive organisms are widely distributed in soil, drain water, manure, etc., among the 1,224 strains of organisms obtained from 249 samples, 16.6 per cent was recognized with a capability of producing glutamic acid in the following liquid medium; glucose 2%, NH_4Cl 0.3%, KH_2PO_4, 0.1% $MgSO_4$ $7H_2O$ 0.5%, $CaCO_3$ 0.5%, tap water: distilled water (1:1), pH 7.0. He named the most promising organism, Micrococcus varians which was isolated from soil. Later on, S. Tada (1957) utilized Bacillus cereus in glutamic acid production by inoculating it in a saccharifying solution made from sweet potato starch with the following supplemental components; $(NH_4)_2SO_4$ 2%, KH_2PO_4 0.3%, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05%, peptone 0.1%, $CaCO_3$ 2%, pH 7.0, and found 1.2 gm/dl glutamate present in the filtrate after 60 hr cultivation in a 15L jar fermenter (air consumed 10L/min, agitation 500 rpm, temperature 30°C.). Kinoshita et al. (5) acquired an organism, Micrococcus No. 534 (Micrococcus glutamicus n. sp.) which produced a very high yield of glutamate, the highest reported being 0.25 moles per mole of glucose consumed. During an examination of microbial culture filtrates, K.C. Chao and J.W. Foster (3) described a Bacillus megatherium-Bacillus cereus intermediate which produced extraordinary amounts of free l-glutamic acid. In 3% glucose media, up to 12.5mg/ml of glutamic acid was syn-

thesized, namely 0.55 moles of glutamic acid per mole of glucose utilized. Y.C. Shu (8) did a taxonomical study on l-glutamic acid accumulating bacteria and indicated that Brevibacterium divaricatum nov. sp. (S-1627) was characterized by accumulating a large quantity of l-glutamic acid. The effect of aeration on the growth of organisms and on their abilities to produce glutamic acid were studied on the scales of shake flask and jar fermenter by using strains No.761-8 and No. 425-40 which belonged to the genus Brevibacterium (D. Yoshino et al. 1960) . A coccus, Micrococcus V.W. 1034 has been isolated by K.C. Wu et al.(9)with a definitely different characteristic from either Kinoshita's strain or Asai's. A fermentation test carrying out in a 300L fermenter, a pilot plant scale showed that 1.5 gm/100 ml (30% yields to the glucose consumed) of glutamic acid was recorded in 200L culture broth with air consumption 200L/min, temperature, 30°C.

The research work reported here was designed with a hope that we might be able to acquire an excellent organism which, by no means might be different in its ability to produce glutamic acid, and yet would play an important role on the industrial adaptation as well as for the further studies of its biochemical changes in this respect.

MATERIALS AND METHODS

Asai's screening liquid medium (Asai, 1958) was employed in this experiment. 120 samples collected from various places, like soil, water, waste liquid from the manufacturing plants, sediments, manure, garbage, fruit peels, animal feces and urine,grass and rice straw, molasses and bagasse, etc. were separately placed in sterile 2×16 cm test tubes with cotton plugs. The organisms existed in the samples were enriched by pouring 10cc of 1% sterile meat extract and peptone water to them and cultivated 24 hr at room temperature. Then, 2% inoculum was taken to each 50 ml Asai's screening medium in a 500ml shaking flask lined with a layer of cotton just beneath the rim and covered it with a 50cc beaker instead of the ordinary cotton plug. Liquid culture was incubated at room temperature on a mechanical shaker operating at 110 rpm, 10cm reciprocation with 20° slope angle. Glutamic acid production was hereafter checked with (1) Ninhydrin color reaction and (2) Formalin discoloration test. Samples were subjected to isolation by the streak plate method if the color reaction took place on the former test and was discolored partially or completely by the latter. This procedure was repeated with the pure cultures instead of the original samples and glutamic acid accumulated was judged again with the two methods indicated above. An extensive selection was compared qualitatively and quantitatively with the paper partition chromatography method.

(1) Ninhydrin color reaction. A half ml of 0 15% ninhydrin (95% etha-

nol solution) was added to 5 ml amino acid solution and heated for 12 min. The color which appeared was recorded in comparison with Ridgeway's color standard (Ridgeway, 1912).

(2) Formalin discoloration test. Five ml of amino acid solution was neutralized with one tenth N NaOH by the aid of one drop of phenolphthalein indicator. On the other hand, 5 ml of 30 folds diluted formalin solution initially neutralized with 0.1 N NaOH was also prepared. These two solutions were then brought together and checked to see if any discoloration had taken place. A further survey was mainly given to those faded in color.

(3) Paper chromatography. Ascending chromatography was adopted with Toyo No. 2 filter paper and developed 8 hr with phenol:water:8-hydroxyquinoline solvent (Block et al. 1958) in 13×32 cm specimen jars. The experiment was unfortunately limited in one dimensional system owing to the lack of the filter paper. Ninhydrin reagent, which was made by dissolving 0.15% ninhydrin in 95% ethanol or aceton and refrigerated in a brown bottle was employed for the detection. It was sprayed to the chromatograms either by a local-made plastic sprayer or a glass sprayer made by the author. The chromatogram was cut out and placed in 1.5×15cm test tube with cork stopper. The paper was then wetted with 5.0% ninhydrin in n-butanol saturated with 0.1% of phosphate buffer at pH 7.0. After standing for 5 min at room temperature, the test tube was first immersed in a water bath at 55°C for 5 min, then in one at 80°C for 1-2 min. The tube was cooled at room temperature for 3 min and 10 ml of 75% aqueous aceton was added. After 20 min the aceton solution was decanted, and the color was read on Klett-Summerson photoelectric colorimeter with No. 42 filter (Block et al. 1958, Smith and Agiza, 1951). The quantity of glutamic aicd was read from the standard curve obtained by running, on the same paper, the standard glutamic acid solution which was made ready by dissolving five levels of glutamic acid with the basal culture medium.

(4) Culture method. Stock cultures of glutamic acid accumulating organisms were maintained on Asai's screening agar slants. Inoculum for physiological tests was made by the cultivation on the mechanical shaker for 18 hr in the nutrient broth. 2% (v/v) of this inoculum was pipetted to the glutamic acid producing medium (Table 1) which was cultivated in shaking flask and 1L cylinder fermenter with ground glass stoppers operated with filter pumps which provided aeration around 5L/min, at room temperature. PH of the medium became lower as the growth of organisms increased due to the accumulation of glutamic acid and the residual sulfates. Temperature was kept at 30°C, more or less, with a 60 watt electric bulb on the top of a cylinder fermenter entirely covered with a piece of clean cloth by virtue of wood frame.

Table 1. Glutamic acid producing medium

Glucose	5%	Yeast extract	0.1%
Urea	0.4%	CaCl2	0.02%
KH2PO4	0.2%	Distilled water	
MgSO4.7H2O	0.02%	PH	7.3

Reducing sugar was determined by Bertrand's method, formal-nitrogen by Soerensen formal titration method, pH by Beckman zeromatic pH meter.

RESULTS AND DISCUSSION

(1) Influence of culture media on ninhydrin reagent,formalin test and chromatography.

a. Ninhydrin reaction. Ninhydrin gives a series of different colors owing to the kinds of amino acids present in the samples. Glutamic acid, leucin and valine actually bring about violet color while aspartic acid, bluish purple and lysin,purple. As the matter of fact, this process is available not only for amino acids along but peptides, free carboxylic group and the protein consisted of alpha-amino group or groups. In addition, ammonium salts also possess this specific property, thus the detection of glutamic acid cannot entirely depend upon it, but one may take advantage of its rapid coloration in qualitative estimation of amino acids. The formalin discoloration test also has the property of rapid discoloration and may likewise be used. It might be assumed that a comparative ratio could be calculated by comparing the colors with that of the deepest one, and a term ninhydrin value (Wu et al. 1959) might be given here too.

b. Solvent selection. N-butanol:acetic acid:water (25:6:25) (v/v) (Block et al. 1958) have been run on the same paper in comparison with

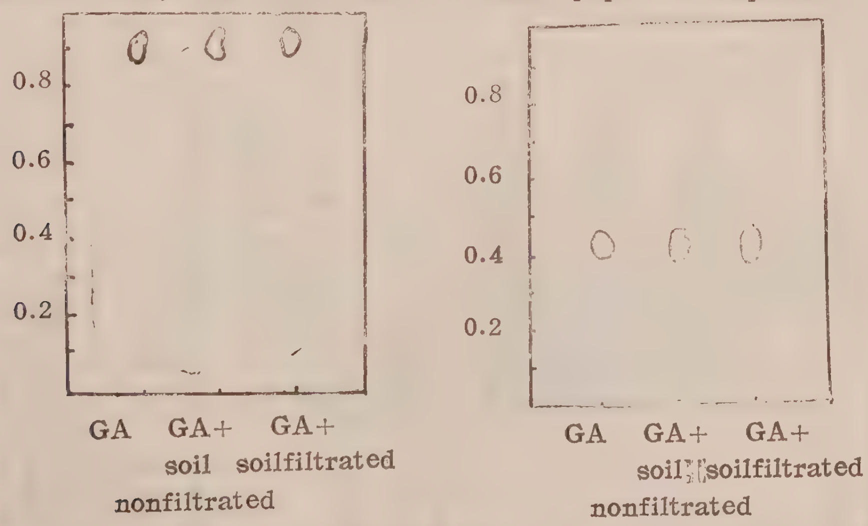


Figure 1. One dimensional chromatograms of n-butanol:acetic acid: water (left) and phenol:water:8-hydroxyquinoline (right) solvents.

Table 2. The positive reactions of ninhydrin and formalin on the samples collected and the strains isolated.

Material	Location	Samples collected	Primary selection Nin +	Primary selection Form +	Primary selection Nin & Form +	Strains isolated	Secondary selection Nin +	Secondary selection Form +	Secondary selection Nin & Form +	Chromatography (Qua.)
Soil	Garden & orchard	4	2	3	2	7	2	2	2	1
	Vegetable garden	1	1	1	1	3	1	3	1	1
	Wheat & paddy fields	8	3	4	2	7	2	1	1	3
	Mushroom growing beds	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Green house	1	1	1	1	2	1	1	1	1
	Pasture	4	2	1	1	5	3	2	2	3
	Hogpens & cattlesheds	4	2	1	1	1	1	1	1	2
	Sewage	10	7	5	4	13	6	6	5	5
	Pond	5	3	3	2	3	1	2	1	2
	Fence	2	2	2	2	4	2	3	2	4
	Highway & grave yards	6	2	1	1	-	-	-	-	-
	Na-glutamate mfg plant	1	1	1	1	3	2	2	1	-
Water	From washed rice	2	2	2	2	6	3	4	3	3
	Sewage	21	12	10	8	20	10	9	9	13
	River & pond	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Refuse liquids										
	Soy sauce mfg plant	5	4	4	4	5	3	3	3	4
	Flour miller	3	2	2	1	5	5	5	5	4
	Na-glutamate mfg plant	3	3	2	2	6	1	2	1	1
	Peanut cake mfg plant	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Sediment	Na-glutamate mfg plant	2	2	1	1	2	2	2	2	1
	Cane sugar refinery	2	2	1	1	4	4	2	2	1
Grass & rice straw		6	3	3	3	2	2	1	1	2
Manure		3	2	1	1	3	2	2	2	2
Garbage		7	3	3	3	5	1	1	1	1
Fruit peels		3	2	1	1	5	2	1	1	3
Animal feces & urine		3	2	1	1	4	2	-	-	3
Molasses & bagasse		4	2	1	1	4	1	2	1	1
Stock cultures of Ag. Microbiology laboratory		4	2	3	2	4	2	2	2	1
Total		120	72	60	51	110	65	61	52	64

phenol:water:8-hydroxyquinoline solvent (P:W:8H). Rf value of glutamic acid, in this case was as high as the top of filter paper, 0.86 while P:W:8H remained at a firm value 0.41 (Figure 1). Developing with n-butanol: acetic acid:water in 4:1:2 and 4:1:1 (Chang, 1959)was also investigated with a successful result of Rf values 0.43 and 0.32.

c. Preliminary examination on paper chromatography. Since the samples were predominantly originated from the deteriorated natural sources, and the inorganic salts containing in the culture media may possibly affect the chromatograms greatly, they were then, either combined with 0.15% glutamic acid solution or prepared separately to see if any fluctuation on Rf value and the glutamic acid quantity happened. As to the result, no definite variation was realized so far as this matter is concerned (Figure 1).

(2) Selection of glutamic acid producing organisms. In regard to 12n samples collected, 72 samples, at the primary test, positively showed oe the ninhydrin test among the colors of pale hortense violet, light hortens, violet and hortense violet, and 60 samples to formalin reaction; above all0 51 samples had both reactions. 110 strains of organisms were isolated from the initially sellected 51 samples with the streak plate method on meat extract slant. They were repeatedly subject to the trial of the preceding two methods with a result of 65 strains distintive to ninhydrin, 61 to forn malin, and 52 were accounted for as having two reactions (Table 2). I- paper chromatography, 64 strains positively denoted glutamic acid production with an Rf value range between 0.41 and 0.45. After spraying with ninhydrin indicator, the colors given out were variated among pale lavender violet, pale mauve, light mauve and mauve. At last, 12 strains were picked out for as having a promising result on ninhydrin, formalin and the paper chromatography tests. We were called to pay a close attention on the two strains, AP1, which demonstrated the photoelectric colorimeter reading 18 and ER1, 14 (Table 3).

Table 3. Different characteristics of the 12 strains selected.

Strains	Final pH	Ninhydrin test		Formalin test	Paper chromatography			
					Qualitative			Quantitative
		Color	Conc.		Rf	Color	Conc.	Reading
ER1	6.5	61′b	⧺	faded	0.41	61′b	⧺	14
AI5	6.0	63′f	⧺	faded	0.42	61′f	⧺	1.5
*CS2	5.6	61′b	⧺	faded	0.41	61′b	⧺	25
EO2	5.9	61′f	⧺	faded	0.41	61′b	⧺	7
AH	6.1	61′f	⧺	faded	0.43	61′f	⧺	2.5
DX2	6.2	61′b	⧺	faded	0.43	61′b	⧺	1.5

CF2	6.0	61′f	⧻	faded	0.42	61′b	⧻	5.2
ED1	5.9	61′b	⧻	faded	0.43	61′b	⧻	3
CM2	6.5	61′b	⧻	-	0.42	61′b	⧻	8
CF1	6.2	61′b	⧻	-	0.40	63′f	⧻	11.5
AP1	5.9	61′b	⧻	faded	0.41	61′b	⧻	18
CG1	5.9	61′f	⧻	faded	0.42	61′b	⧻	5.5

* Although CS2 had a high reading, it was omitted on account of having a difficulty in the distinction of chromatograms.

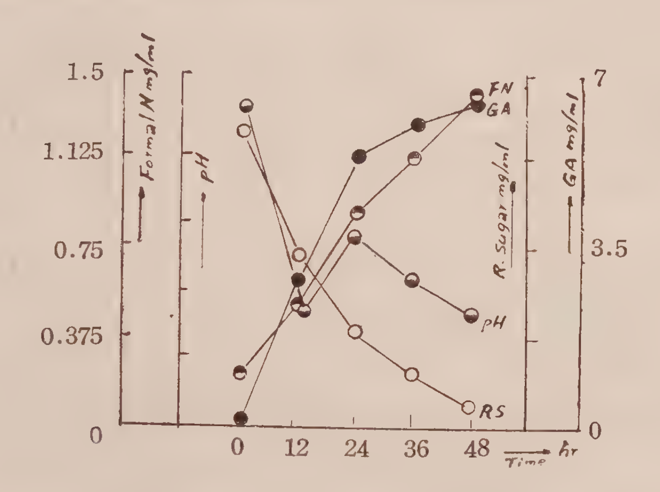
(3) Accumulation of glutamic acid

Table 4. The analytical data of glutamic acid fermentation

Time incubated, (hr)	Organism / Cultural method	AP1 Cylinder fermenter	AP1 Shaking flask	ER1 Cylinder fermenter	ER1 Shaking flask
0	Reducing sugar mg/ml	42.51	36.25	44.76	33.92
	Formal-N mg/ml	0.21	0.25	0.24	0.23
	Glutamic acid mg/ml	0	0	0	0
	PH	7.5	7.5	7.65	7.6
12	Reducing sugar mg/ml	39.57	20.90	32.48	19.84
	Formal-N mg/ml	0.85	0.73	0.92	0.51
	Glutamic acid mg/ml	4.38	3.70	1.98	2.87
	PH	7.0	4.3	6.4	4.7
24	Reducing sugar mg/ml	24.36	11.74	18.73	10.76
	Formal-N mg/ml	1.74	1.34	1.10	0.95
	Glutamic acid mg/ml	9.25	6.10	4.56	5.57
	PH	5.0	6.5	6.15	5.8
36	Reducing sugar mg/ml	15.84	6.52	9.66	5.23
	Formal-N mg/ml	2.15	2.06	1.49	1.18
	Glutamic acid mg/ml	10.48	8.40	7.28	6.23
	PH	5.7	6.1	6.0	5.1
48	Reducing sugar mg/ml	12.21	1.80	2.18	2.78
	Formal-N mg/ml	2.75	2.82	1.87	1.45
	Glutamic acid mg/ml	12.07	9.15	9.69	6.75
	PH	6.6	6.0	5.9	4.7
60	Reducing sugar mg/ml	5.76	—	1.42	—
	Formal-N mg/ml	3.19		1.98	
	Glutamic acid mg/ml	12.87		10.38	
	PH	5.9		5.1	
72	Reducing sugar mg/ml	1.65	—	1.25	—
	Formal-N mg/ml	3.23		2.82	
	Glutamic acid mg/ml	13.24		11.43	
	PH	5.7		4.7	

96	Reducing sugar mg/ml	0.30	—	0.97	—
	Formal-N mg/ml	3.98		2.97	
	Glutamic acid mg/ml	13.96		12.0	
	PH	5.3		4.65	

Note: Reducing sugar was indicated as glucose



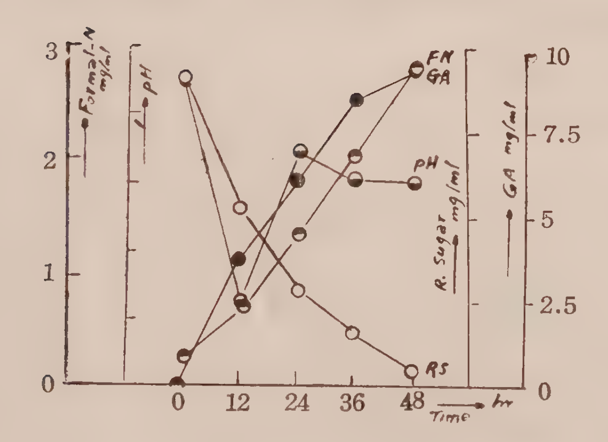


Figure 2. Growth of l-glutamic acid producing microorganisms AP1 (up) and ER1 (bottom) as a function of time with each of reducing sugar, formal-nitrogen, glutamic acid and pH in shaking flasks.

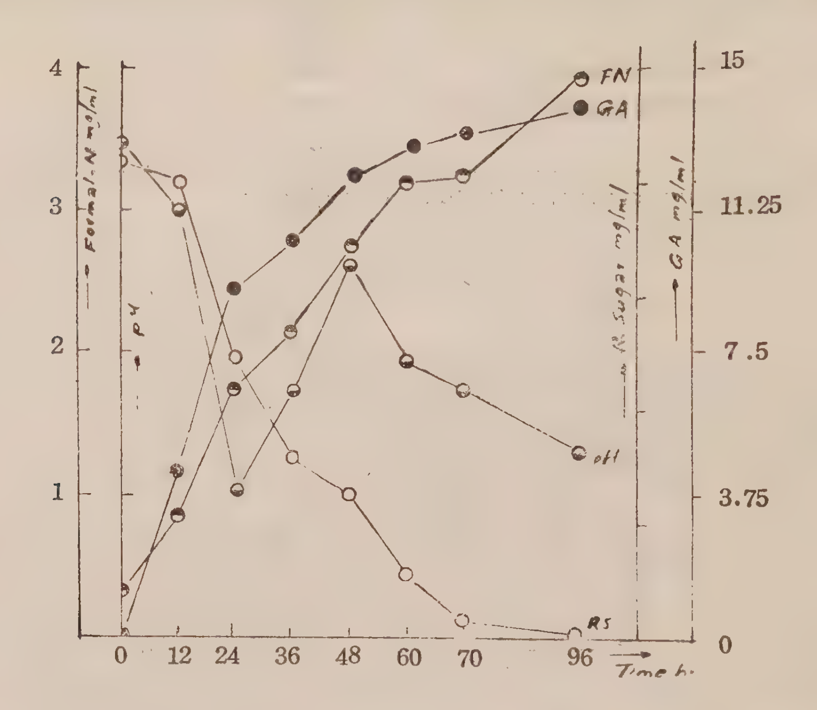


Figure 3. Glutamic acid, formal-N, reducing sugar and pH changes brought about by an l-glutamic acid producing organism, AP1 in 1L cylinder fermenters.

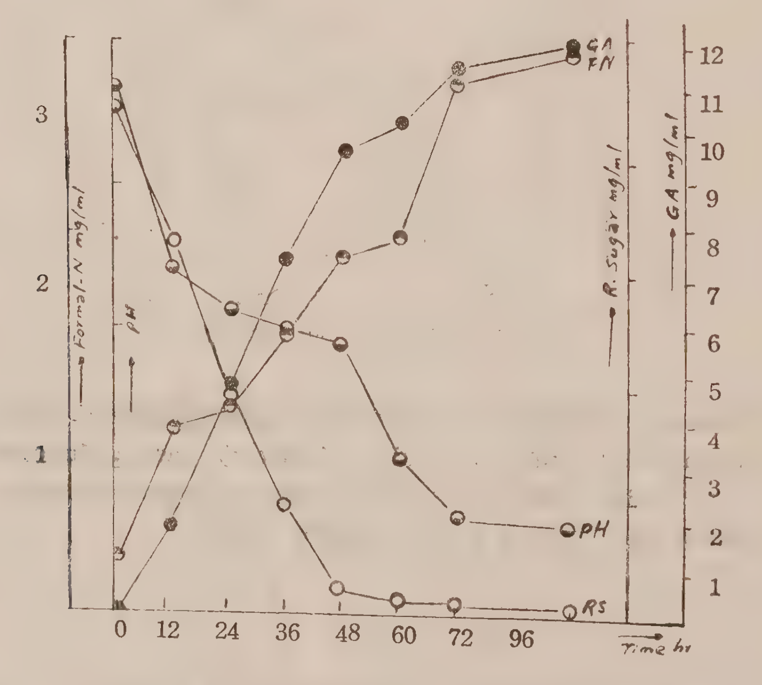


Figure 4. Glutamic acid, formal -N, reducing sugar and pH changes brought about by ER1 in 1L cylinder fermenters.

SUMMARY

On the general survey of l-glutamic acid producing organisms, two hopeful strains (AP1 and ER1) were obtained with two rapid tests of amino acids and the paper partition chromatography. The maximum yield of glutamic acid was roughly estimated by using the culture media already known and the condition almost could be easily reached in shaking flasks and 1L cylinders aerating with aspirators. In shaking culture, after 48 hr, 9.15 mg/ml l-glutamic acid (25.2% yield to the glucose used) was accumulated in strain AP1, 6.75 mg/ml in ER1. With the same culture medium, a little bit higher yields 13.96 mg/ml(32.85%)in AP1, and 12.0 mg/ml in ER1 were obtained, at room temperature, in the cylinder fermenters after 96 hr incubation.

REFERENCES

(1) Asai, T. 1958 L-glutamic acid fermentation, a speech delivered during the visiting tour to Taiwan. Bull. Assn Agri. Chem., National Taiwan Univ. 7, 1-5 (Chinese)

(2) Block, R.J., Durrum, E.L. and Zweig, G. 1958 A manual of paper chromatography and paper electrophoresis, 2nd ed.

(3) Chao, K.C. and Foster, J.W. 1959 A glutamic acid producing Bacillus. Jour. Bact. 77, 6, 715-725

(4) Chang, W.S. 1959 Paper chromatography of amino acids. Bull. Assn Agri. Chem. 8, 8-16 (Chinese)

(5) Kinoshita, S., Nakayama, K. and Akita, S. 1958 Taxonomical study of glutamic acid accumulating bacteria, Micrococcus glutamicus nov. sp. Bull. Agri. Chem. Soc. Japan. 22, 176-185

(6) Ridgeway, R. 1912 Color standards and color nomenclature

(7) Shu, Y.C. 1958 Studies on l-glutamic acid fermentation. Bull. Assn Agri. Chem. 7, 69-72 (Chinese)

(8) ....1959 Taxonomical study of l-glutamic acid accumulating bacteria, Brevibactericum, ibid 8, 25-29

(9) Soc. of Am. Bacteriologists 1957 Manual of microbiological method

(10) Wu, K.C. et al. 1959 Some properties of l-glutamic acid accumulating coccus. Bull. Asn Agri. Chem. 8, 4-7 (Chinese)

(11) Yoshino, D., Hashida, W., Kida, S., Nakagiri, Y., Jose, H. and Teramoto, S. 1960 Studies on the fermentative production of glutamic acid and its application I. The effect of agitation and aeration on glutamic acid production. Jour. Fermentation Tech. 38, 3, 116-123 (Japanese)

優良麩氨酸醱酵菌之檢拔試驗 I.菌種分離

臺灣省立農學院農產製造組

黃 真 救

摘 要

本研究係應用兩種迅速定性方法一即 Ninhydrin 呈色反應，另一即 Formalin 退色反應及濾紙色層分析法分別自水、堆肥、垃圾、果皮、家畜排泄物、稻草、蔗渣、及草地，水田，墓地等之土壤檢拔麩氨酸醱酵菌並以振盪培養法及玻瓶醱酵槽通氣培養法做初步麩氨酸醱酵試驗。藉以檢出比較優良菌種提供將來應用於中間工業生產之醱酵試驗。

本試驗乃從120種材料中經上述方法求得僅有 51 種材料具有前述之 Ninhydrin呈色反應及Formalin之退色反應，再用劃線純粹分離法予以分離共得110種菌種。進而採用朝井氏之選拔培養基試養結果獲得頗有希望之菌種兩種（AP_1 及ER_1），然後就 AP_1，ER_1 兩菌種應用最簡陋方式做振盪培養經 48 小時後分析結果； AP_1 產生 9.15mg/ml 麩氨酸 （對需用葡萄糖之收率25.2%）ER_1 產生 6.75mg/ml（對需用葡萄糖之收率19.9%）如使用玻瓶醱酵槽通氣培養則可獲得AP_1 13.96mg/ml麩氨酸（32.85%），$ER_1$12.0mg/ml麩氨酸（26.8%）之較佳產量。

THE USE OF KARATHANE IN CONTROL OF TOBACCO POWDERY MILDEW

by

T. C. Lo.[1] and M. S. Kuo.[2]

CONTENTS

I. INTRODUCTION

Tobacco powdery mildew, caused by *Erysiphe tabaci* Sawada, is one of the most destructive diseases of tobacco plant in Taiwan. The disease, which influences greatly both yield of leaves and quality of the products, is observed annually on this island. Although its severity varies year to year even in the same localities, them are zones in which the disease is endemic. Such zones are those in which the plants grow under conditions of bad air drainage, low temperature but in high humidity and over-fertilization of nitrogen, rendering the plant subject to overgrowth. As a general rule late-sown seed plants and the greenhouse cultivation plants are most susceptible to this disease. However, in contrast to the name powdery mildew, a local name "Tsui Kho" (水菰) which means water mold, is given to the disease by growers in Taiwan. How this name originated is not known.

Many investigators have tried out some available means to control this disease. However, sulfur can not be used because of it unfavorable influence

1.2. Professor and Instructor, Department of Plant Pathology, Taiwan Provincial College of Agriculture, respectively.

on the aroma and taste of the tobacco(10), the minimum dose having but small efficacity(4)(5)(6). Potassium permanganate caused black spots on the leaves; sometime it had a scorching effect on the leaves but its effect was not constant(1). The use of copper salts produced some good results but they caused a bluish color in the ash formed. Lithium carbonate placed on the ground produced favorable results. The salt builds up in the tobacco plants resistance to the causal organism.(12). This was confirmed by D' AMINI(2) but the cost of treating the fields was too high and the efficiency of the treatment was not as great as desired. Salicylic aldehyde as 25 per cent of active principle showed some activity(1). Even though these results were obtained, the battle against the disease was far from won. Practically without efficacity was TMTD and Sodium salicylate; the efficiency of Sodium thiosulfate(placed on the ground) was almost negligible.(12)

Spraying of Potassium sulphide solution of 400-500 times dilution has been recognized effective against to the disease in Taiwan. While some faults have been observed in using the chemical such as (1) shorter retention effect of the chemical needing more application time, (2) its influence both on aroma and taste of tobacco products, (3) control efficiency which is not yet satisfactory and (4) some phytotoxicities observed to be caused by this chemical.

In order to avoid these bad results from the use of Potassium sulphide, other more effective fungicides should be secured to be used instead of it. For this reason KARATHANE attracted our attention. This fungicide is said to be a specific chemical for powdery mildew(3)(13). From the fall of 1957 up to present this fungicide has been introduced in our laboratory and comparative tests on Potassium sulphide and KARATHANE have been carried out.

Before going further, the writers wish to express their thanks to Messrs. C. C. Two, C. C. Chen and W. Y. Chen, for their assistances in the work as it was carried out. They also are grateful to the Rohm and Hass Co., for their kindness in furnishing the KARATHANE used in this study.

II. MATERIALS AND METHODS

I. Fungicides Used

In this study a comparison was made of the disease-control efficiency of two fungicides, one, Potassium sulphide, which is widely applied at present, and the other, Karathane, a new fungicide specific for powdery mildew. Potassium sulphide, $K_2S \cdot 5H_2O$ is commonly called "Liver of sulphur" because of it reddish-brown appearance very much resembles liver. It is a water soluble and shows alkaline reaction. 0.25 per cent water solution of Potassium sulphide is used as a standard of comparison.

Karathane is a moistened powder and contains 22.5 per cent of dinitro (1 methyl-heptyl) phenyl-crotonic acid, 2.5 per cent of other nitro-phenyl componnds and in particular dinitro (1 methyl-heptyl) nitrophenol along with 75 per cent inert material. It is said that this fungicide is specific to many kinds of powdery mildew disease. (3) (13) The usual dosage was from 60-120 gram per liter and was very effective. This is a product of the Rohm and Hass Company in the United States.

The method of evaluating the anti-oidium effect have been studied and applied several times in the laboratory.

II. Methods used

Three categories were dealt with in this research, namely evaluating fungicide *in vitro*, intermediate evaluation on potted plants and field application experiments.

A)For the first, Miller's modification of the slide-germination method of evaluating fungicide was applied in observing dosage-response relationship of *oidium*. spore. A circle of about 1 cm in diameter was made on the slides instead of the original method of one square centimeter in area(7).
0.1 ml. of a given fungicide in different concentrations was pipetted in the range limited by the above mentioned wax circle then allowed to dry. After the fungicides applied in the wax circle dried, a given amount of spore suspension of *Oidium tabaci* was inoculated in each circle were incubated at 24° C. Three experiments were conducted in triplicate. Concentration of the spore suspension used in inoculation was 50 spores under 12×40 microscopic field.

A further intermediate test was made on the basis of promising dosages determined by the laboratory screening *in vitro*, for determination of the protective, eradicative and retentative effects of those concentrations.

1. Tests on protective activities of KARATHANE

Healthy tobacco seedlings having six leaves were used in the intermediate test. Half of each leaf was covered with white oilpaper, to which a given concentration of Karathane was sprayed on, three seedlings were used for each concentration. After the fungicidal deposit had dried, the white oilpapers covering part of the leaves were removed. So, a leaf was divided longitudinally into two parts, one being sprayed with fungicide and the other remained unsprayed for control. Then, the plants were inoculated with spore -suspension. Subsequently, the inoculated seedlings were removed to greenhouse bench and degrees of the disease development were recorded.

2. Tests on eradicative activity

In order to know how Karathane does on disease eradication, plants of about the same diseased condition were selected and the fungicide was sprayed

on them. Signs of disappearance of the disease and phytotoxicity due to the fungicide were noted for comparison.

3. **Tests on letentive activity**

Healthy tobacco plants of nearly the same size were chosen. Different concentrations of Karathane were spsayed on those healthy plants. The sprayed plants were inoculated after 10 dayr and 20 days respectively and degrees of disease development on those leaves were recorded.

B) Randomized plot design was used in the field experiment. Eight treatments in each block total in 6 blocks. One treatment consisted of a row, 3.5 feet in width, 18.2 feet in length, in which were set out 11 plants. From these 5 plants were chosen at random for observation. Treatment details follow.

Table 1. Explanation of treatments

Treatments	Fungicides and Concentrations	Description
K_1	Karathane 0.1 Per cent	One spraying at beginning of disease.
K_2	Karathane 0.1 Per cent	Two sprayings, one at beginning, the other at reappearance of disease.
K_3	Karathane 0.1 per cent	First at disease initiation, following a spraying at 10 day interval.
K'_1	Karathane 0.15 per cent	One spraying at beginning of disease.
K'_2	Karathane 0.15 per cent	Two sprayings, one at beginning, the other at reappearance of disease.
K'_3	Karathane 0.15 per cent	First time at beginning of disease, spraying at 10-day interval.
P_1	Potassium sulphide 0.25 percent	First at begining of disease following spraying at 6-day interval.

According to the disease pattern, indices of 0 to 5 were decided upon for recording. Further details are given in Table 2.

Table 2. Disease indexing for recording

Index figure	description
0	disease free
1	lesion dimension less than 1/10 of a leaf
2	lesion dimension larger than 1/10 but less than 1/6 of a leaf
3	lesion dimension larger than 1/6 but less than 1/4 of a leaf
4	lesion dimension larger than 1/4 but less than 1/2 of a leaf
5	lesion dimension over 1/2 of a leaf

Generally, the disease of lower leaves of a plant is somewhat heavier than the others. Accordingly for convenience of comparison, parts of plant are classed as top, medium, and bottom. The four lowest (leaves) form the bottom, the next four leaves immediately above the bottom are classed as medium and the remaining leaves are classed as top. For inducing the disease occurrence, tobacco plants were planted rather late, on Dec. 5 ; 72 days after planting, the disease appeared, in an estimated 42 percent of the plants. After 3 days the incidence increased rather rapidly and it was estimated that 63.8 per cent of the plants were affected. It was at this time the first application of fungicide was made. The following is the treatment calender of this experiment.

Table 3. The treatment calendar

Treatments	Spraying date						
	Feb. 19	Feb. 25	Feb. 29	Mar. 2	Mar. 8	Mar. 10	Mar. 14
K_1	X						
K_2	X			X			
K_3	X		X			X	
K_1'	X						
K_2'	X						
K_3'	X		X			X	
P_1	X	X		X	X		X
CK							

Remarks: 1. The Symbol "X" is showing the date of fungicide application.
2. If the date of determination for disease development and spraying date is the same, the spraying followed the determination.

Any further details will appear in appropriate sections.

III. EXPERIMENTAL RESULTS

1. Primary Screening of Fungicides *in vitro*

Test of this type were conducted in 1957 and 1958 successively. Each test consisted of 2 experiments, one with various concentration of Karathane and the other with standard concentration of Potassium sulfide. The mean values of spore germination, which affected by fungicidal action, in percentage are listed below.

Table 4. Influence of Karathane in different concentrations on spore germination (results obtained in 1957)

Fungicides and concentration	Spore germination (%)
Karathane 0.07 %	25.3
Karathane 0.09	17.6
Karathane 0.11	11.7
Potassium sulphide	18.0
Check	91.4

Table 5. Influence of Karathane in different concentrations on spore germination of ***Oidium tabaci*** (resuits obtained in 1958)

Fungicides and concentrations	Spore germination (%)
Karathane 0.05 %	13.0
Karathane 0.10	7.6
Karathane 0.15	2.2
Potassium sulphide	13.1
Check	88.0

The above results clearly show that the spore germination of ***Oidium tabaci*** was highly reduced by the fungicidal action of Karathane, in higher concentration the lower spore germination was observed, whereas the results of Potassium sulphide and Karathane in 2000-time dilution were not so far from each other. To determine the residual effect of Karathane, a further experiment was undertaken. Fungicides were applied on the slides as described before, subsequently, inoculation was made at a 3-day, 6-day and 9-day period respectively, after application of fungicide to the slides for comparison of their protective efficiency. The data of results are shown in Table 6.

Table 6. Spore germination of Oidium tabaci on the fungicidal residuals of the test fungicides for determining whether or not protective efficiency of fungicides was maintained after lapse of time

After	Fungicides and concentrations in per cent				
	Potassium sulphide	Karathane			Check
		0.05	0.10	0.15	
3 days	12.7	13.6	9.6	6.2	96.7
6 days	13.3	14.0	10.0	6.7	〃
9 days	13.4	15.6	11.1	9.8	〃

From the above data we learn that only in the 0.05 per cent concentration of Karathane was somewhat less effective than patassium sulphide in 400-time dilution in inhibiting spore germination and the other concentrations of Karathane gave excellent results. As to whether or not there was a change of fungicidal action in the lapse of time, no great difference at all has been noted in the results after 3 days and 9 days inoculation, this proves that the residual efficacy of Karathane deposit is rather great, at least it was recognized to remain still strong after 9 days. Encouraged by these promising outstanding characteristics of Karathane, an intermediate pot test was conducted in 1957 and 1958.

2. Comparative Tests of the Promising Fungicides and Concentrations in Intermediate Steps.

In this experiment, half-leaf method was generally applied to compare the protective, curative and maintenance of efficiency of fungicidal residuals of test fungicides on the basis of different concentrations.

A. Protective action

The number of lesions on test leaves were counted after 15 days of inocuf lation. The results obtained from the determination on protective efficacy oe test concentration conducted in 1957 are given in Table 7. and those of 1958 in Table 8. Leaf-position is assigned from the bottom, the bottom one is th first leaf the next is the second etc.,

Table 7. Comparison of protective action between test concentrations of Karathane and standard fungicide (1957 results).

Fungicides and concentrations in percent	Ist leaf		2nd leaf		3rd leaf		4th leaf	
	Sprayed	Un-Sprayed	Sprayed	Un-Sprayed	Sprayed	Un-Sprayed	Sprayed	Un-Sprayed
Potassiumsulphide 0.25 (the standard fungicide)	0	19	0	12.5	0	4	0	0.5
Karathane 0.05	0.5	5	1	7.5	1	19	0	0.5
Karathane 0.07	0	18	0	14	0	16	0	3
Karathane 0.09	2	7.5	0	12	0	6.5	0	14.5
Karathane 0.11	0	7.5	0	7	0	6.5	0	5.5
Water spray	9.5	11	8.5	7.5	1	3	0	0

Remarks: 1. Readings were made after 10 days of inoculation.
2. Duplicated determinations were averaged.
3. Readings show lesion numbers.

Table 8. Comparison of protective action between test concentrations of Karathane and standard fungicide. (*1958* results)

Fungicides and concentrations in per cent	3rd leaf Sprayed	3rd leaf Un-Sprayed	4th leaf Sprayed	4th leaf Un-Sprayed	5th leaf Sprayed	5th leaf Un-Sprayed	6th Sprayed	6th Un-Sprayed
Potassium sulpide 0.25(the standard fungicide)	1	19	0	23	4	45	24	65
Karathane 0.05	1	10	0	85	0	90	0	85
Karathane 0.10	0	3	0	23	0	22	0	21
Karathane 0.15	9	2	0	3	0	5	0	5

Remarks: The above readings show lesion numbers.

As above presented, lesions on leave sprayed with standard fungicide —— 400 times dilution of Potassium sulphide——were numerous whereas no lesions were observed on the sprayed half-leaf of all concentrations of Karathane (as plate) but with one exception, and the other remaining half had developed some lesions in different degrees which proved Karathane was an excellent protectant if the concentrations are high enough. It was recognized that the lesion numbers on lower leaves were usually greater than the uppers in all cases of unsprayed check plants and poorly controlled ones.

B. Eradicative action

Seriously diseased 5- to 6-leaf tobacco plants, the leaves of which were heavily covered by powdery fungus, were sprayed with fungicide from the distance of one meter, 45 ml. for each plant with spray gun of S-3 type driven by 2 kg/cm^2 air pressure. After 6 days the rise and fall of previously existing lesions were examined to determine the eradicative efficacy of the test fungicide.

Results obtained from the determination of eradicative action indicated that about 1/8 to 1/2 of pathogens on diseased leaf having been sprayed with standard fungicide——400 times dilution of potassium sulphide——retained their vitality, no less than 1/4 of the pathogen on 0.05 per cent Karathane sprayed leaves, remained at 1st to 4th leaves, and 1/8 on 4th to 6th leaves sprayed with 0.10 per cent Karathane were not killed by this experiment whereas all pathogens lost their activity by 0.15 per cent Karathane spray.

It was shown that higher concentrations, 0.10 and 0.15 per cent, of Karathane may destroy powdery fungus and thus prevent their development. When the fungus has been killed the lesions turned gradually from white cottony appearance to grey granular and finally disappeared and greyish brown or brown spots were left at their positions. It was obvious that the brown spots were larger than the original lesions, so there was a question whether the spots were lesions or whether they were the results of fungicidal injury. In order to answer this question disease free leaves were sprayed with the 0.10 per cent of the same fungicide in green house of 25–30°C air temperature to observe their reactions. It has been pointed out by several workers that the application of Karathane at warm temperature may result in the test plant being injured by chemicals. Subsequently, no injuries had been observed on those leaves at all. From this experiment, it was proven that those brown spots did not result from chemical phytoxicity and it was presumed that they were due to the invasion of the causal pathogen on the host tissues and destroyed those tissues in association with the action of the test fungicide.

C. Continuous efficacy of KARATHANE residues

From experiments of laboratory screening test of fungicides and intermediate tests on protective effectiveness and eradicative action of fungicides, we have learned that Karathane was more excellent than the standard fungicide ——400 times dilution of potassium sulphide. Our experiment showed that the control efficiency of lower concentrations of Karathane such as 0.05 per cent against powdery mildew was below that of the standard fungicide and also that 0.15 concentration of Karathane was higher enough to control the disease. Thus we concluded that the application of Karathane in either too low concentration or too high concentration was a useless expense. Therefore we became interested in finding an economical concentration and determining the best times for spraying with that concentration. Consequently, three concentrations of Karathane, namely 0.06 per cent (in 1500 times dilution), 0.07 per cent (in 1300 times dilution) and 0.10 per cent (in 1000 times dilution) were assigned in this further experiment to meet the need of above proposed requirements.

Water suspension of the fungicide was prepared and sprayed on the plants from distance of one meter, 60 ml. per individual plant, with S-3 type spray gun driven by 20 kg/cm^2 air pressure. 10 days and 20 days after the treatment, the test plants having 7 to 8 leaves were inoculated with spore suspension of the causal fungus for the purpose in determining the suitable spraying intervals and adoptable concentration.

The results obtained from this experiment is shown in Table 9 and 10.

Table 9. Development of the disease on the plants inoculated 10 days after fungicide application

Concentration of test 'fungicide	Position of leaf									
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th
Karathane 0.06%	6	9.6	0	5.3	13.3	11.6	40	28	26.6	40
Karathane 0·07%	0	0.3	9.3	6.3	6.6	11.3	0	21.3	20	16.6
Karathane 0.10%	1	2.3	0	0.6	0	0	0	16.6	0.3	16.6

Remarks: 1. Triplicate determinations are averaged
2. Readings show the lesion numbers
3. 8th,9th and 10th leaves which emerged after treatment.

Table 10. Development of the disease on the plants inoculated with the spore suspension 20 days after fungicide application

Concentration of test fungicide	Position of leaf									
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th
Karathane 0.06%	5	7	2	6	3	18	18.6	22.6	21.3	36.6
Karathane 0.07%	4	3	10	26	2.6	15.6	7.6	15.6	27.6	26.3
Karathane 0.10%	2	3	0	4	4.6	11	7	17.6	28.3	27.3

Remarks: The same as table 9

As shown in Table 9 and 10, lesions on leaves which emerged after fungicide application were usually greater than on those previously existing. It was also found that 10-day interval was preferable to the 20-day, if 0.10 per cent concentration (1000 times dilution) is concerned.

3. Field Application Experiment

This experiment was carried out on the basis of the results obtained from the intermediate pot test. For the purpose of inducing the disease severity and for convenience in determining control effect, unseasonable cultivation of the test plants was carried out from Dec. 1958 to March 1959.

In the analysis of the disease control effectiveness the following equation was developed for the calculations:

$$D=\frac{\Sigma\ (M\times n)}{N}$$

Remarks: Meaning of symbols.

D——the mean value of the disease index
M——the disease indexing
n——number of disease plant
N——total number of tested plants

The resultant data are tabulated in the following list.

Table 9. The rise and fall of the disease before and after spraying of the fungicide

treatments	Date of determination				
	Before spraying Feb. 19	After spraying Feb. 25	March 2	Mar. 8	Mar. 14
K_1	1.06	0	0.06	0.06	0.10
K_2	1.00	0	0.06	0	0
K_3	1.00	0	0	0	0
K'_1	2.00	0	0	0.03	0.03
K'_2	1.00	0	0	0	0
K'_3	1.10	0	0	0	0
P_1	2.00	0.13	0.33	0.26	0.20
CK	1.00	1.46	2.63	3.99	6.01

Remarks: 1. Observation on Feb. 19th was made before the fungicide application while the others were made after the application.
2. Readings show the D value.

As shown in the above table, it was obvious that the plots sprayed by Karathane were better in control of the disease than the standard fungicide. The following conclusions may be drawn.

a). By comparison in sprayed plots, namely K_1, K_2, K_3, K'_1 K'_2, K'_3, P_1 and unsprayed check CK, apparent differences have been recognised on the disease development and the disease was shown to be retarded by the chemical application.

b). The Karathane sprayed plots showed better disease elimination than those the standard fungicide, for instance in concentration of 0.1 per cent the disease reappeared 12 days after application of the fungicide. No diseased plant had been seen in the almost all cases of the concentration of 0.15 per cent with but one exception in treatment K'_1 in which only one spraying was

made at the beginning of the disease and the disease was rediscovered 18 days after application of the fungicide, however, the mean value of the disease index was estimated as 0.03. In the case of the standard fungicide, the D-figure was increased with the lapse of time, the minimum was 0.13 and 0.33 for maximum.

c). Based on the calculated D′ value in K_1 and K'_1, it was presumed that the residual effect of Karathane would holding up for more or less than 12 days.

d). It is considered that depending on the disease severity, 2 or 3 sprayings with Karathane in 0.1 per cent dosage are available for controlling the tobacco powdery mildew as well as in concentration of 0.15 per cent.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

It is well recognised that the tobacco powdery mildew is a destructive disease to tobacco plant in Taiwan. Nowadays, potassium sulphide in 400 times dilution is widely used in against the disease in this island, though with it a tentative satisfaction in controlling the disease had been obtained. However, the use of this fungicide has been rejected by many investigators owing to its unfavorable influences on the aroma and taste of the tobacco products. A smaller dose has but little efficacity while a larger dose causes fungicidal injuries. These shortcomings forced us to seek a mores uitable fungicide to replace the potassium sulphide now in use. A new fungicide named "Karathane" said to be a specific chemical for powdery mildew attracted our attention.

The present experiment clearly indicated that Karathane was an excellent fungicide for powdery mildew if the dose and spraying time are available. As has previously been pointed out, the continuation of fungicidal action of Karathane on tobacco leaves was longer than the Potassium sulphide although incomplete control was recognised in a few cases on the bottom leaves being sprayed with Karathane. As a usual thing, it is considered that the environments at lower leaves are favorable for the disease development. There were other cases in which the disease was distributed even to the upper leaves being treated with Potassium sulphide applied at 6 day intervals.

According to the aforementioned experimental results, the mean value of disease index (D) of the plants sprayed with Karathane in 0.10 per cent concentration was 0.06, determined 12 days after application of fungicide, while the minimum mean value of disease index of 0.13 and the the maximum of 0.33 obtained by using potassium sulphide were in contrast to the result of Karathane.

It was very important to point out that no apparent spread of the disease

was noted in the case of Karathane sprayed plants when the powdery spots on the bottom leaves due to incomplete coverage of the leaves by the fungicide were involved. Even if the determination was made 24 days after spraying, the disease index was shown no more than 0.10. However, the conclusion was drawn that whether the concentrations of tested Karathanc were in 0.10 or 0.15 per cent, the control effect to powdery mildew of tobacco in 24 days interval was excellent, indeed quite different from the result obtained by spraying potassium sulphide in 400 times dilution, 4 sprayings at 6 day intervals.

As before mentioned, the powdery mildew disease is an important disease of field tobacco and usually occurs about 24 days before harvesting time, therefore, one spray with Karathane in 0.10 per cent as well as 0.15 per cent seem to be effective against the powdery mildew disease.

If a supposition was made that the disease may develop in 25 days before harvest, a complete control could be obtained with one spray of Karathane whether of 0.10 or 0.15 concentrations, while Potassium sulphide in 400 times dilution should spray 6 times with 6-day interval for obtaining a result no greater than the former. Furthermore,phytotoxicity had been found on the plant sprayed with Potassiun sulphide under the circumstance of strong sunshine, in addition, the spraying work should be done at the time near to harvest time, then, the plants were just in luxuriant growth which delayed the progress of spraying work. Also the tobacco leaves were apparently injured by that work making them of lower quality and the amount of damage would be increased if the times of spraying werc frequent.

From the point of view of economics, the following analysis is valuable for determining what fungicide and concentration is preferable.

Table 10. Estimation of expenses in control of tobacco powdery mildew by Karathane and Potassium sulphide for one acre for one spraying

Fungicides used	Expenses for employment		Expenses for fungicide		Total
	Days	Price NT$	Amounts	Price NT$	Price NT$
Karathane 0.10%	0.5	15	145-180 g	40-50	55-65
Karathane 0.15%	0.5	15	217-270	65-75	80-90
Potassium sulphide in 400 times dilution	0.5	15	365-450	8-10	23-25

Remarks: Above mentioned figures were calculated according to the following information:
1. A day price for a man's employment was NT$ 30.
2. One pound of Karathane as estimated at NT$ 120.
3. One pound of Potassium sulphide was NT$ 10.

As shown in above table, the cost for one spraying of Karathane in 0.10 per cent equals 2.5 times that of Potassium sulphide 400 times dilution, the cost using Karathane in 0.15 per cent concentration equals 3.5 times that of using potassium sulfide.

Altough, expenses of one spray of Karathane in concentrations of 0.10 per cent or 0.15 per cent is somewhat higher than the standard fungicide (Potassium sulphide) however, more than 4 sprays of the latter are necessary for controlling the disease.

As a fact, using Karathane in controlling the disease is cheaper than the standard fungicide in spite of its unit price being higher.

For practical use, Karathane in 0.10 per cent concentration is recommended.

The specific activity of Karathane against tobacco powdery mildew was recognised through a series of experiment from *in vitro* to *in vivo*. This result is identical with Cifferi's experiment carried out at Pavia University in Italy in 1957.(1) and D. S. Rossow had been pointed out the rapid decomposition of Karathane causes no unfavorable effect to tobacco products.(8)This fact strengthened the writers' opinion that Karathane should be recommended to tobacco growers controlling for the powdery mildew disease in Taiwan.

V. SUMMARY

The study of the efficacity of Karathane, a new fungicide, against tobacco powdery mildew compared with that of Potassium sulfide, a common fungicide, against the same pathogen, is dealt with in this paper.

The specific activity of Karathane in controlling tobacco powdery mildew was determined by a series of experiments beginning *in vitro* and ending *in vivo*.

This disease can be sufficiently controlled by one or (depending on its severity) two sprayings with Karathane in 0.10 per cent concentration and can be controlled even more effectively though at greater expense by the same number of sprayings witn Karathane in 0.15 per ccnt concentration. Control by Potassium sulfide involving 6 sprayings is really more expensive than control by Karathane and produces an inferior grade of tobacco.

Thus, Karathane was clearly found to be a much more promising fungicide than Potassium sulfide, which is now widely used by growers on this island.

VI. LITERATURE CITED

1. Ciferri, R. (1957)
   The control of powdery mildew of Tobacco with Karathane. Tobacco 61.

(682) : 3-9

2. D' Amini, M. (1953)
Experiments on endoprevention conducted with Lithium Carbonate against oidium of Tobacco. Tobacco, 57(649-650:) 319-323.

3. Godfery, G. H. (1952)
Cantaloupe powdery mildew control with Dinitrocapryl phenyl crotonate. Phytopathology 42:335-337.

4. Hopkins, J. C. F. (1930)
Further experiments on the control of white mould (*Erysiphe cichoracearum*) of Tobacco.Rhodesia Agr. Jou. 27 (4): 381-387 (R. A. M.9:686)

5. Lucacci, G. & D' Armini, M. (1953)
Control of oidium of tobacco with sulphurated products at a reduced dosage tobaccoo, 57 (651) : 354-357

6. Mathrani, D. I. & Elias, N. A. (1955)
Preliminary trials for control of powdery mildew(ash disease)of Tobacco. Indian tobacco 5:131-132.

7. Miller, H. J. (1949)
Modification of the slide-germination method of evaluating fungicides. Phytopath. 39:245-259.

8. Rossow, D. J. (1957)
The control of powdery mildew in Tobacco. Fimg in s. Afr. 32 (11): 27-28

9. Scaramuzzi, C. (1948)
Tobacco mildew (*Erysiphe cichoracearum* D. C.) Tobacco, Iii (588) : 207-222 (R. A. M. 28:35-36)

10. ________________ (1949)
Preliminary data on the control of tobacco powdery mildew in green house tests. Notin. Malatt. Piante. (1949) . 1, 37-41 (R. A. M. 29:60)

11. Sempio, C. & Lucacci, G. (1953)
Control of oidium of Tobacco. Tobacco,57 (643) : 45-55 (R. A. M. 34 : 490-491)

12. Vidali, A.& Ciferri, B. (1951)
Experiments on the control of tobacco mildew by mean of thiosulphate and salts of Lithium. Tobacco 55 (620): 95-102 (R. A. M. 30:633-634)

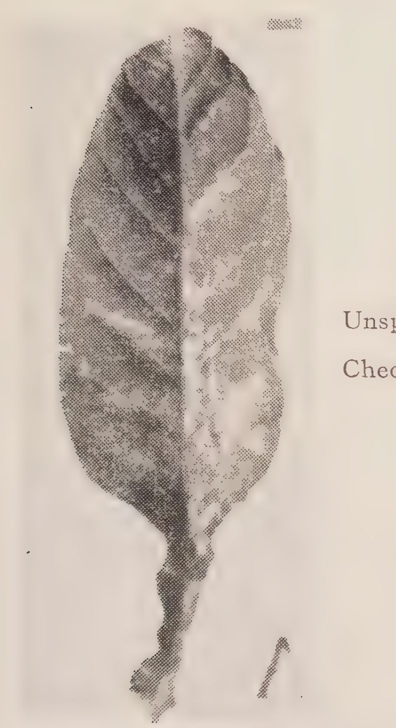
13. 西澤正洋、日野稔彥 (1957)

各種植物に對するカラセン劑の藥害と白澁病の防除. 植物防疫11(8):351～352

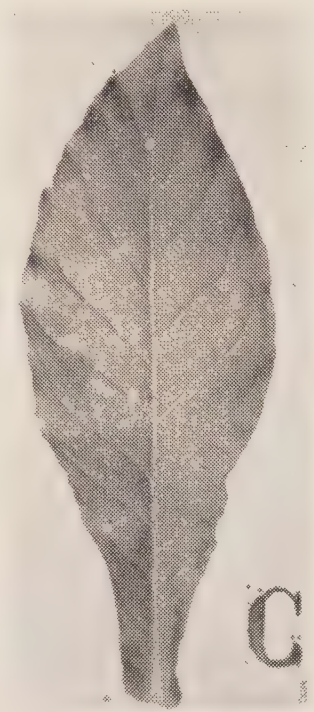
14. 津曲彥壽 (1943)

煙草ウドンコ病病理解剖と其の防治法. 病虫害雜誌 21 : 433～448 , 518～527 , 588～595 , 672～681。

VII. EXPLANATION OF PLAT



Unsprayed Check



The leaf sprayed with 0.1 per cent Karathane : right, sprayed-half, showing no disease incidence; left, unsprayed-half remaining for check. (numerous lesions occurred)



The leaf sprayed with Karathane 0.15 per cent: right, unsprayed-half remainning for check, left, sprayed-half showing no lesion occurred.



The leaf sprayed with standard fungicide——Potassium Sulphide in 0.25 per cent solution: right, unsprayed-half; left, sprayed-half.

VIII. 中文摘要

Karathane 對煙草白粉病之防治試驗

羅清澤　郭孟祥

煙草白粉病 (Powdery mildew) 爲本省煙草栽培後期之一重要病害，其對煙葉品質與產量之影響至鉅。至今，對本病之防治，一般均慣用硫化鉀之 400～500 倍水溶液防治之。使用硫化鉀，固能收防治之效，但缺點甚多，如藥效持續之時間短暫，用藥次數必須增多，故有事倍工半之弊，並在強烈之陽光下施用，易生病斑灼傷之藥害。因其藥效持續時間短，勢必增加噴藥次數，惟白粉病在本省之發生時期，多在菸株生長茂盛期，因此當噴藥工作之進行時，常致菸葉之損傷，而降低菸葉之品質，故噴藥次數愈多，損傷之機會愈大。因此，對於菸草白粉病之防治，勢必力謀改進，以求成本低廉而效果優良之防治方法，裨益本省菸草之生產，此乃本試驗之動機與目的。

此項試驗，係自民國46年至49年春，經室內選拔試驗，盆栽試驗及田間防治試驗等，獲悉 Karathane對煙草白粉病之防治，具有優異之效果。

據試驗結果，證明 Karathane 0.10% 及 Karathane 0.15% 者，對白粉病菌之胞子發芽抑制力，遠較硫化鉀0.25%者優良，且有良好之保護作用及強烈之直接殺菌作用，而於噴藥後不至有任何藥害發生之優點。

由田間防治試驗之結果，知 Karathane 1,000倍懸浮液 (0.10%之濃度) 於發病初期噴藥一次，而後病徵再度出現時再噴藥一次，已足收優良之防治效果。茲將每分地施藥一次所需之費用列表如下，以示用藥價值之高低。

表一：各種藥劑，於每分地噴藥一次，所需費用之比較

藥劑	噴藥工資		藥費		費用總計 (元)	備註
	工數	工資(元)	藥量 (g)	藥費(元)		
Karathane 0.1%	0.5	15	145～180	40～50	55～65	1. 工資每工以30元計
Karathane 0.15%	0.5	15	217～270	65～75	80～90	2. Karathane 每磅以120元計算
硫化鉀 0.25%	0.5	15	365～450	8～10	23～25	3. 硫化鉀每磅以10元計算

由上表可知 Karathane 0.1%者，噴藥一次所需費用，約值硫化鉀2.5次，而 Karathane 0.15%者，施藥一次，約等於硫化鉀噴藥 3.5 次。然硫化鉀之一般噴藥次數，常在四次以上，方能收防治之效，故實際所需之費用，遠超過 Karathane 0.1%之噴藥所需者。

就使用價值言，以 Karathane 0.1%者，最佳，既經濟又可減少菸葉於噴藥時所引起之損傷而免品質與產量之影響，今後對於煙草白粉病之防治，應採用此法爲宜。

台灣之香蕉病害

王　錫　慶

BANANA DISEASES FOUND IN TAIWAN

by

Hsi-Ching Wang

一、前　言 (Introduction)

香蕉爲本省主要外銷農產品之一，輸出量僅次於糖米，佔青果中之第一位。每年輸往日本、韓國、香港、琉球等地以爭取外匯。以1958年爲例，本省之香蕉栽培面積爲 13833.05 公頃，共總產量爲111,265,555公斤，價值臺幣148,667,100元 (103) ，外銷7,014,669公斤，共得臺幣9,372,299.25元 (104) ， 對增加國家之收入，繁榮社會之經濟以及改善農民之生活貢獻至大。因本省地處亞熱帶，終年氣候溫和，四季如春，適於各種作物之生長；然各種植物病原菌之生長與蔓延，亦迅速驚人。故無論生長期中之香蕉植株，或收穫後於貯藏、販賣或運輸時之香蕉果實，莫不因病原菌之侵襲而遭受嚴重之損失。於蕉園中病害輕微者，可使植株生長遭受阻碍，因此產量降低；嚴重者甚至可使蕉園廢耕，毫無收穫。病害發生於果實上時，輕者影響果實之外觀，減低其價值，並不能外銷；重者果實全部腐爛，不堪食用。直接使蕉農及青果商蒙受重大之損失，間接亦即減少政府無數之外匯，可謂影響國計民生至鉅。

1935年 Wardlaw 氏報告 (72) 爲害香蕉之病原寄生者56種，若與腐生者合併計算則可達 265 種，由此可知香蕉上腐生之菌類甚多。1951—1954年 Roger 氏 (38) 彙集爲害香蕉之主要病原約160餘種。本省之香蕉病害，據澤田兼吉氏報告 (55～59，108) 共24種，多數爲葉部病害。其中14種病原菌爲澤田氏所定名，內有數種係腐生者。1951年松本巍氏報告 (95) 本省香蕉之果實病害約 12 種，若與澤田氏所記載者合併計算 (重複者不再計算) ，本省之香蕉病害有記載可考者約34種。惟澤田氏所採之標本，距今已歷數十年，內有若干病害在彼採集時，即非普遍發生，故彼以前發現之若干病害，現在已不可復得。況澤田氏所發表之報告，乃係依據眞菌學之觀點，對植物之經濟重要性多略而不談。目前本省之香蕉病害，發生較爲普遍及引起重要損失者僅20種左右。

筆者數年來經常於全省各地採集香蕉病害標本，並作室內之研究工作。發現若干香蕉病害於蕉園中發生甚爲嚴重，而尙不爲一般蕉農及防治人員所覺察與重視；亦有若干香蕉病害在國外之各產蕉區極爲嚴重，目前本省亦有發生而尙缺乏記載者。故筆者就數年來採集所得，草成此文，以介紹目前本省常見之香蕉病害共二十三種，每種詳述其發生歷史(History)，地理分佈 (Geographical Distribution) ，寄主植物 (Host Plants) ，病徵(Symptoms) ，病原菌(The Causal Organism) ，最後再對每一病害作一確切與詳細之討論 (Discussion) ，並提出某種病害在國外或本省可能發生之若干疑問，以就教於國內外專家學者，並提醒各蕉農及有關研究與防治人員之注意，爲共同擔負防除香蕉病害、增產報國、奠定收復大陸之經濟建設而努力。

本文之完成，蒙恩師羅主任淸澤教授之鼓勵與指示；孫教授守恭之熱心指導及對文稿之修正；陳講師脉紀之代攝圖片，線蟲根瘤病在鑑定技術上得胡學和先生之指點；莊德榮先生之代抄文献；臺大陳教授其昌之惠賜參觀數種香蕉病害標本之機會；鄭德雄同學之繕寫底稿，特此敬致衷心之謝忱。

二、毒素病害（Virus Diseases）

Ⅰ・萎縮病（Eunchy Top Disease）

1. 歷史（History）：

本病於 1891 年首先發現於斐濟（Fiji），1894年該地之香蕉生產因本病而蒙受重大之損失。錫蘭(Ceylon)於1913年始發現此病。澳洲(Australia)亦於此時方開始報導。在昆士蘭（Queensland），Ellice Island，埃及(Egypt)及小笠原群島（Bonin Island）等地之萎縮病，發生亦甚爲嚴重，近數年來更有普遍蔓延之趨勢。1921 年據 Magee 氏（72）報告在新南威爾斯（New South Wales）的 Tweed及Brun suick 兩地被害率高達90%（72）。此病在本省之發生始於何時，已缺乏確實之記載可考，澤田兼吉氏（108）謂 1907 年彼初次來臺時，本省即有萎縮病存在。但該時尙不知爲一種毒素病害，認爲係由肥料、線蟲、細菌、眞菌及土壤等因子所引起。近年來萎縮病在本省日益猖獗，發生嚴重之地區每每造成廢耕之現象，是目前本省最嚴重之香蕉病害。1958年在南投縣水裡鄉之新山一帶被害率高達70%以上（106）。

2. 分佈（Geographical Distribution）：

已知之地區計有 Bonin Island, Ceylon Ellice Island, Egypt, Fiji, India, New Guinea, New South Wales, Philippines, Queensland, Taiwan. 惟 Caribbean region, South America, Canary Island, Natal, Zululand 及埃及以外之其他非洲等地，至今尙未見有本病發生之報告。在本省則各地皆普遍發生。

3. 寄主植物（Host Plants）：

Musa sapientum L., Musa paradisiaca L., Musa cavendishii L.，在本省以北蕉、粉蕉及仙人蕉被害尤爲嚴重。

4. 病徵（Symptoms）：

本病爲系統性病害（Systemic disease），被害之香蕉全株顯露病徵，於發病之地區，雖距離罹病株甚遠亦可使人一望而知蕉園內有萎縮病發生。

A. 病徵之外觀（The external symptoms）：通常吸芽均由罹病母株獲得病毒而被感染，有時剛露土即有病徵表現，於高達一公尺左右之植株病徵特別明顯。一般病徵是植株矮小，葉片窄長向上直立而不下垂，葉柄縮短，尤以後生之葉柄更甚，因此葉片簇生於假莖頂端呈漏斗狀（圖版一，A），此種情形稱爲初級感染（Primary infection）。罹病輕微者，可維持1～2年不死，但植株不再繼續生長，更不能抽穗結果。嚴重者，發病數月後即全株枯萎而死，雖病株於未死前其球莖上可生出幼小之吸芽，但此種吸芽一露土即有病徵表現。若干香蕉植株在吸芽時期生長良好，發育旺盛，生長中期由於媒介昆蟲（香蕉蚜蟲）之傳染而患萎縮病者稱爲次級感染(Secondary infection)。在此種情形下，植株已經生長很高，雖影響其發育比較輕微，但罹病株之葉片亦呈直立狀態，心葉包住花穗，使其不易抽出，縱花穗抽出，亦呈直立狀態而不下垂（圖版二，A）。於抽穗後到結實之際遭受感染時，其果指排列不甚整齊，果指數量少且果形較小，果指稜角特別顯著，花蒂歷久而不脫落。

B. 葉部之病徵（Symptoms on leaves）：萎縮病主要的特徵是出現於葉上。

a. 初期病徵（Initial symptoms on leaves）：被害之幼葉，色澤常較健全者爲淡，葉緣略呈白化現象。老葉片之色澤則常較健葉爲深，葉片背面缺少白色之腊質。無論幼葉或老葉，有一種共同現象，即於葉片上發生深綠色短小之線條。此種短小線條皆連續排列成寬達 0.5～1.0 mm. 與橫出脈平行之深綠色帶，兩條深綠色帶間之距離，大約爲 1～2mm.。此種情形於橫出葉脈之基部尤爲明顯（圖版一，B.）。此外於葉柄及中肋之背面亦發生與葉柄及中肋平行之深綠色帶，若與葉片上之深綠色帶相比較，其寬度較葉片上者爲大，且帶與帶間之距離亦較遠。

於初期之被害葉片上，除深綠色帶以外，於葉緣亦常發生與橫出脈平行之黃褐色小點或短小條斑，此種斑點或條斑常斷斷續續由葉緣達於中肋，後期並變黑褐色。初期病徵中，亦有於葉脈間生透明之條斑者。

b. 中期病徵 (Medial symptoms on leaves)：隨病勢之進展，由葉片邊緣向中肋方向，形成圓形或橢圓形黃褐色之枯斑。亦有由整個葉緣同時向中肋方向逐漸形成波浪狀之乾枯病斑病，患部內有輪紋存在，此類中期病徵，病患部皆乾枯脆弱，葉緣捲縮但並不腐敗 (圖版一、C)。

初期生短小、褐色條斑之病葉，於病徵中期常沿葉緣形成透明之薄膜，並與健全組織間形成淡黃色波浪狀之暈環，葉片之邊緣則向葉片表面捲曲 (圖版一，D)。亦有若干病葉於初期深綠色之帶特別顯著與密集，至中期則沿葉片邊緣向中肋變深褐色而枯萎，後期並軟化腐敗而脫落，似由細菌引起之病害 (圖版一、E)。初期於葉脈間呈透明之條斑者，於中期則透明部份較前更為加寬，細視之乃該部分之組織業已遭受分解，故呈絲絲分離狀，並形成若干長形裂隙。

c. 末期病徵 (Final symptoms on leaves and whole plant)：無論初期及中期之病徵有何差異，其最後之結果，皆導致葉片之枯萎與死亡 (圖版一，F) 因葉片之枯死不能行光合作用及製造養分用以供給假莖及根部之生長需要，因此導致假莖及根部之腐敗。最後使全株生長停止並逐漸趨於死亡。

C. 根部之病徵 (Symptoms on roots)：被害株之根部無顯明之病徵。一般現象是鬚根減少，病徵後期之主根及側根皆呈腐敗現象，隨病勢之進展愈趨明顯。但此兩種情形，前者有時由於土壤不良、肥料不足、水分及土溫不適等環境因子影響所致；後者或受生存於土壤中之細菌、眞菌 (如 Fusarium)、線蟲或水分過多所引起，非實施病徵之內部解剖及顯微鏡之檢查，實難作確切之診斷。

D. 病組織之病徵(Cytological symptoms in diseased tissue)：剖視被害植株中肋之維管束，於韌皮部可見其被害情形。罹病維管束之韌皮部其周圍之基本組織細胞壁附近，有橢圓形或稍呈捧狀之有色顆粒 (Chromatophores)，在正常情形下，此處則充滿了葉綠體。韌皮部部分之維管束鞘生長亦遭受阻碍，正常時充滿的纖維，此時亦代之以有色顆粒。縱剖中肋之維管束在韌皮部之篩管中，則發現有呈方形或多角形之細胞，該等細胞具有色之胞核。以上諸情形均須藉顯微鏡之助力方能鑑別清楚。

5. 病原菌 (The Causal Organism)

Banana virus 1，Musa virus 1，Banana Bunchy top virus.

本病乃由一種毒素 (Virus) 所引起。1927年 Magee 氏 (72) 以蚜蟲接種成功方證實為一種毒素病 (Virus disease)。其病名被稱為 Banana Bunchy top，其病原之普通名稱為 Banana Bunchy top virus (34)。Hutson 與 Park二氏(34)則稱為Plantain bunchy top virus。Smith 氏於 (35) 於其 Texbook of plant virus diseases 中則稱為 Musa virus I。

香蕉蚜蟲 (Pentalonia nigronervosa Coq.) 為傳染本病之媒介。該蚜蟲常棲息於幼小蕉苗之心葉及葉柄基部 (圖版二，B) 或土壤中之幼芽上，常藉飛翔力、風力或工作者之衣服及器具等以行遷移而達傳毒之目的。

6. 討論 (Discussion)：

本省之香蕉萎縮病近二、三年來日形猖獗，對本省香蕉生產已構成嚴重威脅。此病乃由香蕉蚜蟲為其媒介，故香蕉蚜蟲之繁殖盛衰，與本病之輕重有密切之關係。當氣候溫暖時，蚜蟲繁殖力快，因此其數量增加，故導致萎縮病之嚴重與普遍，同時因氣候溫暖，病徵發展亦較迅速。據 Magee 氏(72)之報導在澳洲用矮脚蕉作接種試驗，其潛伏期平均為25日，氏並謂氣候影響潛伏期之長短，幼小之蕉苗比老大之植株表現病徵為快。據孫守恭教授之試驗觀察 (98)，本省萎縮病之潛伏期為30～90日，即氣候寒冷時影響蚜蟲之繁殖及病徵之表現，故延遲到90日。此外蔭濕及通風欠佳之蕉園，被害較為

嚴重；但貧瘠之山坡，含石礫較多之宅地亦易罹病，此外土壤肥沃或使用氮肥較多之蕉園發病亦多。

香蕉萎縮病爲系統性病害，一經罹病即全株被害，毫無收穫之希望，且因藉蚜蟲媒介故蔓延極爲迅速，近二、三年來更形猖獗，本省之主要之產蕉區，罹病率均急劇增加，1958年水裡坑之新山一帶罹病率高達70%以上 (106)。

本病爲Virus 所引起，至目前爲止，尚無任何藥劑可以防治 Virus 引起之病害，除注意選取健苗，改良環境因子，如土壤之貧瘠，通風排水之不良外，更應消滅媒介萎縮病之蚜蟲。目前本省使用馬拉松 (Malathon) 800～1000 倍液防治蚜蟲，效果欠佳。最基本之辦法是拔除病株，徹底消滅其感染來源。1933年左右昆士蘭(Queensland) (72) 曾實施此項辦法，甚爲有效，被害率已減至最低限度。本省之屏東及高雄一帶蕉農均知隨時拔除病株，故該區之萎縮病，通常不甚嚴重。

育成抗病性之品種，確爲防治上最基本之方法，但到目前爲止，尚無抗病品種。過去本省所謂仙人蕉不被感染 (109)，近二、三十年來中部多栽培仙人蕉，但其被害程度較其他各地更爲嚴重，是否因環境因子已改變仙人蕉之抗病性，尚待今後試驗研究之證明。

在非律賓的馬尼拉麻 (Abaca, Musa textilis Nee)上發生的萎縮病，病徵與香蕉萎縮病外觀完全相同，也由蕉蚜(Pentalonia nigronervosa Coq.)爲媒介。但 Ocfemia 氏 (72) 則謂馬尼拉麻萎縮病與香蕉萎縮病不能彼此互相感染，故應視爲另一種毒縮病(Abaca bunchy top)，1930年氏定其病原爲 Abaca bunchy top virus。 Smith氏 (34) 則稱其病原爲 Musa Virus 2 。在澳洲因兩者可互相感染，則視爲同一病原。馬尼拉麻萎縮病在本省迄今尚未發現，種植於省立農學院發生嚴重萎縮病之試驗蕉園內之馬尼拉麻，經年餘之栽培亦未感染。

Ⅱ. 毒素性萎黃病 (Infectious Chlorosis, Banana mosaic)

1. 歷史 (History)：

香蕉毒素性萎黃病 (Infectious chlorosis) 又名香蕉鑲嵌病 (Banana mosaic)，是一種毒素病害，爲1929年 Magee 氏 (29) 在澳大利亞之新南威爾斯 (New South Wales)所發現，是年在新南威爾斯及 Nimbin 之附近，遭受嚴重之損失。次年 Magee 氏發表爲一種新的香蕉毒素病 (29)。此病在夏季多產生綠色與黃色相間之駁斑，冬季則心葉開始腐敗。由氏之初步試驗證明認爲此種新的毒素病害，亦可由蕉蚜 (Pentalonia nigronervosa Coq.) 傳播。1937 年 Morwood 氏 (60) 報告在昆斯蘭之 Yeppon 及其以南的地區亦有本病發生，氏稱爲心腐病，當冬季時此病徵更爲顯明，氏並謂此病如使用與萎縮病相同的防除方法，即可很快的被抑制。1952年 Roy與Sharama 兩氏 (39) 再度證明傳染性萎黃病與萎縮病乃同樣由蕉蚜所傳播。

2. 分佈 (Geographical Distribution)

Australia，Bermuda，Brazil，British Cameroons，Colombia，Guadeloupe，Haiti，India，Philippines，Taiwan 等地。在本省之臺中市1959年曾有發生。

3. 寄主植物 (Host Plant)：

Banana (仙人蕉)

4. 病徵 (Symptoms)：

在幼小的蕉株上，初期病徵是在葉片上出現白色或黃白色條斑(圖版二，C) 作不規則散佈。有時條斑常由中肋擴展到葉片的邊緣，大小約 2～15×0.8～2mm.，一般爲 5×1mm.，此種褪色駁斑，由窄狹的條狀到寬的帶狀，有時病斑癒合寬度達 5mm.左右。亦有病斑相癒合形成不規則之塊斑者。在某些葉片上，此褪色之條斑不再繼續擴大，結果形成綠色與黃色相間之駁斑，葉緣常向上捲曲，組織變爲堅硬，葉片並有直立而不下垂之現象 (圖版二、D)。此種駁斑，多數在夏季形成，它可全年保持而不消失，但於冬季被害株之心葉即開始腐敗，由上而下一直擴展到球莖，結果使香蕉全株死亡。

5. 病原菌 (The Causal Organism)：

Banana heart rot and infectious chlorosis virus, Banana virus 2, Musa virus 3, Banana mosaic virus.

Banana heart rot and infectious chlorosis virus 病原毒素係 Cucumber mosaic virus 之一品系，亦由蕉蚜（Pentalonia nigronervosa Coq.）所傳播，其詳細情形，尚待以後之試驗證明。

6. 討論（Discussion）：

筆者於1959年初夏在臺中市林森路旁一較低窪之蕉園內採到毒素性萎黃病之標本，其被害率約在5％左右。由剛出土之吸芽以至高達 1.5 公尺左右之蕉株均可被害。筆者將其移置於大型花鉢中，歷時年餘，有的病株尚一直保持其病徵，其中一、二株已於去年冬季先由心葉捲縮枯萎，次波及下部葉片，終至全株死亡。然在死亡前，其所生出之吸芽至今仍存，並且表現出極爲明顯之病徵。惟其褪色之條斑寬度增加、長度減短、稍作不規則之矩形或斑點狀以佈滿全葉。筆者曾經接種以蚜蟲，其病徵亦甚顯著。故認爲係 Morwood 氏所稱之 Heart rot and infectious chlorosis 所引起無異，至於其詳細情形，尚待今後之試驗研究。

三、細菌病害（Bacterial Diseases）

I．細菌性萎凋病 (Bacterial Wilt, Moko Disease)

1. 歷史（History）：

香蕉細菌性萎凋病病原菌，爲一種多犯性細菌，它可以侵害28科 150 餘種植物，主要是侵害茄科植物。最先由 Smith 氏1896年發現於美國，定名爲 Bacillus solanacearum Smith。氏於 1914 年又改爲Pseudomonas solanacearum，雖以後又經若干學者改隸於 Phytomonas或 Erwinia 等屬，但均未被普遍採用。1943年Dowson氏(15)曾改爲 Xanthomonas solanacearum (Smith) Dowson，但氏又於1950年復採用 Smith 氏 Pseudomonas solanacearum 之學名。引起香蕉細菌性萎凋病之最初記載，則始於1910年 Rorer 氏 (72) 在千里達（Trinidad）之報導。

2. 分佈（Geographical Distribution）：

(1) 世界分佈：Agrentina，Algeria，Belgium，Brazil，British Guiana，Canada，Caucasus，Ceylon，China (Taiwan)，Costa Rica，Colombia，Czechoslorakia，Dutch E. Indies，Dutch New Guinea，Fiji，France，French Inndo-China，Germany，Greece，Guadeloupe，Haiti，Holland，Hungary，India，Indonesia，Israel，Italian Somaliland，Italy，Jamaica，Japan，Java，Kenya，Libya，Madagascar，Malaya，Mauritius，Mexico，Morocco，Mozambique，New South Wales，New Zealand，Norway，Nyasaland，Palestine，Philippines，Porto Rico，Portugal，Queensland，Rhodesia，Russia，Sierra Leone，Spain，Sumatra，Surinam，Switzerland，Tanganyika Territory，Tasmania，Tobago，Trinidad，Ukraine，U. S. A.，Victoria，West Africa（包括病原菌其他寄主植物之地理分佈）。

(2) 本省分佈：南投縣營盤口（民國49年 7 月 2 日）。

3. 寄主植物（Host Plants）：

Banana，Bean，Carrot，Cassava，Castor bean，Ceara rubber，Chillies，Cosmos，Cotton，Cowpea，Dahlia，Eggplant，Flax，Fuchsia，Gerbera，Ginger，Groundnut，Gynura，Marigold，Mucuna，Parsley，Potato，Sesame，Soybean，Sunflower，Teak，Tobacco，Tomato，Vanilla，Zinnia 等共 150 餘種植物。本省香蕉之被害品種爲仙人蕉。

4. 病徵（Symptoms）：

A. 外部病徵（External symptoms）：最初香蕉植株下部的葉片呈黃色，然後由下部向上迅速擴展，所有葉片全部呈黃化現象，惟其黃化現象並不與由於乾旱所引起者相同，而是僅餘心部1~2葉片尚稱健全。隨病勢之進展，葉片更明顯地轉變爲黃白色，與健全葉片之綠色差異甚大，並且枯萎，軟化與下垂。因葉片之枯萎下垂，故葉柄折斷而懸掛於假莖上。至於未展開之心葉，就外觀看雖呈綠色，但內部已生褐色腐敗性之病斑。如果房遭受侵害則阻碍果指之膨大及成熟，其所產生之果手亦失去食用價值。母株被害時，則其第二代之吸芽，亦常呈現病徵，由此觀之此病害應屬系統性病害。

B. 內部病徵（Internal symptoms）：此病爲一種典型的維管束病害（Vascular infection），維管束最初呈淡黃色，繼而深褐色，最後則呈青黑色。此變色之組織內即充滿了細菌。變色之維管束可以由假莖蔓延到吸芽，被害嚴重時，葉柄及假莖的組織遭受破壞，並形成若干內含無數細菌之細菌（Bacterial cavity）腔。在新鮮的球莖及假莖中央則組織常行崩潰，呈現無數破碎纖維組織（圖版二，E）。

若橫切假莖或球莖，即由被害部之細菌腔內流出污白色或灰褐色不透明之粘液，果軸及果指上亦有同樣現象。

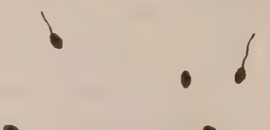
5. 病原菌（The Causal Organism）：

Pseudomonas solanacearum (E. F. Smith) E. F. Smith
Schizomycetes, Pseudomonales, Pseudomonaceae.

Syn. Bacillus solanacearum E. F. Smith
Bacillus nicotianae Uyeda
Bacillus sesami Malkoff
Bacillus musae Rorer
Bacillus musarum Zeman
Bacterium solanacearum (E. F. Smith) E. F. Smith
Pseudomonas sesami Malkoff
Phytomonas solanacearum (E. F. Smith) Bergey et al.
Erwinia nicotianae (Uyeda) Bergey et al.
Phytomonas solanaceara (E. F. Smith) Bergey et al.
Phytomonas ricini Archibald
Xanthomonas solanacearum (E. F. Smith) Dowson

棒狀，0.9~2.0×0.5~0.9μ，無莢膜、無胞子，具1~4條鞭毛（Flagella），革蘭氏陰性菌（Gram negative），好氣性（圖一）。在牛肉汁洋菜培養基上生小型、不規則、乳白色、後變爲褐色、表面光滑之菌落（Colonies）。在牛肉汁培養液內，生長良好，可形成菌膜（Pellicle），不能液化白明膠（Gelatin），亦不能使牛乳凝固，可以使硝酸鹽還原，產生氨及硫化氫，但不能產生定錆質（Indol），不能從糊精、葡萄糖、乳糖及麥芽糖等產生酸及氣體，亦不能水解澱粉。

生長之最低溫度爲10°C，適溫37°C，最高溫度41°C，死亡溫度爲52°C。最適之PH值爲6.6。



圖一，細菌性萎凋病之病原細菌

Fig. 1. Pseudomonas solanacearum after Smith

6. 討論（Discussion）：

香蕉細菌性萎凋病，其病原菌之寄主範圍甚爲廣汎，被害植物約150種左右，且其寄主多數爲高等之經濟植物，故對吾人之農業生產影響甚大。

香蕉細菌性萎凋病在南美爲嚴重病害之一，雖早在1910年爲Rorer

氏在 Trinidad 發現，但在本省過去尙無記載。澤田兼吉氏過去報告，引起香蕉萎縮病之病原，包括線蟲、細菌、眞菌、肥料、土壤性質等，但氏並未確定何者爲眞正之病原，就其病徵論，實即目前本省由毒素引起最流行之萎縮病。據病害發生地一蕉農言，該地於1956年發生數株，今年則發生二十餘株，由此觀之，大有逐漸蔓延之趨勢，故應及早實施預防，以免日趨嚴重而達到不可收拾之境地。

就本病之病徵言與由 Fusarium 所引起之萎凋病 (Panama discase, Banana wilt) 極爲相似，甚至在某一時期非藉顯微鏡之助力不易區別。所不同者，患細菌性萎凋病之維管束剖開後，初爲淡黃色，繼爲褐色，最後則呈黑色； Fusarium 萎凋病，則呈赤色。細菌性萎凋病之被害植株，在肥大多汁的假莖或球莖中可看到腐敗後呈絲裂狀之碎片； Fusarium 萎凋病則無此現象。剖視細菌性萎凋病之被害植株在葉柄、假莖、果軸及果指可看到被害維管束內有無數由細菌組成污白色或褐色不透明之粘液流出，在 Fusarium 萎凋病中則絕對無此現象發生。

Ⅱ．細菌性叶枯病 (Bacterial Leaf Blight)

1. 歷史 (History)：

筆者於四十八年夏季，路過霧峯附近時，見路旁有一蕉園，葉片由邊緣向中肋枯死達四分之一以上，乃注意之。嗣後經採集是項標本分離並行接種，但未獲成功。後又於本市國光路口附近採得各種不同時期之病害標本，所分離之菌落形態與前者完全相同，嗣後赴各地蕉園採集，乃發現此病害在本省發生極爲普遍，遂再行分離接種。嗣因筆者曾去他處服務一短時間，致研究工作中斷，至最近再重行分離及接種工作，已獲初步成功。

2. 分佈 (Geographical Distribution)：

分佈本省各蕉區，極爲廣汎，如臺北市、臺中市、大坑、萬斗六、双冬、福龜、埔里、洞角、水裡坑、嘉義、臺南等地皆有發生。

3. 被害香蕉品種 (Affected varieties of banana)：

大部分寄生於仙人蕉，此外尙有 Ammo, Blue Field, Cooking, Golden King, Kobok, Mardo, Radja 及 Sabua 等香蕉品種皆可被害。

4. 病徵 (Symptoms)：

此病在中部各蕉園普遍發生，被害香蕉之葉片由邊緣到中肋乾枯達四分之一以上，植株外觀則呈枯萎狀態。最初於葉片邊緣生圓形或不規則稍呈褐色之病斑，以後由葉片邊緣向中肋作波浪狀之擴展並變黃褐色，與健全部交界處有極窄之深褐色邊緣，邊緣稍外方更有黃色水浸狀暈環，病斑組織枯死而皺縮，隱約可見內有大小約8×5mm. 大小之橢圓形病斑存在。肉眼下，表面無病原菌存在，後期可能有 Alternaria 腐生。有若干病斑最初於接近葉片邊緣稍內方發生深褐色或黑褐色橢圓形、大小約 5~7×3~5mm. 之病斑，病斑中央部分迅速褪色變爲灰白或黃褐色，數病斑相癒合即造成與上述相同之末期病徵。亦有接近葉片邊緣與中肋之間呈圓形、橢圓形、不規則狀或阿米巴狀之大形枯死病斑者，葉片被害極爲嚴重 (圖版九，F)。

5. 病原菌 (The Causal Organism)：

爲一種細菌所引起，經數次之分離，均獲草黃色、圓形、全緣之菌落。就其菌落特性而言，似爲 Xanthomonas 屬，因尙未做各種生理性質試驗，故僅以細菌稱之。

6. 討論 (Discusnion)

香蕉細菌性葉枯病，目前雖尙未探悉由何種細菌所引起，但經筆者數次分離均獲得相同之菌落及初步接種成功之事實證明爲一種細菌病害已無疑問。此病目前在本省之各蕉園正在繼續擴大蔓延中。因被害嚴重時每一葉片枯死達四分之一以上，其影響植物之生長及結實自可斷言。爲增進本省之香蕉生產，實應及早研究其病原菌之生理性質及防除對策，以免將來造成嚴重之損失。

四、眞菌病害 (Fungus Diseases)

I．藻菌類病害 (Diseases caused by Phycomycetes)

1. 軟腐病 (Soft Rot)

(1) 歷史 (History)：

本病菌於 1820 年由 Ehrenberg 氏首先定名爲 Rhizopus nigricans Ehr.。但於 Sylloge Fungorum 七卷中 (43)，則把1818年 Ehrenberg 氏定名之 Mucor stolonifer 及 1790年Tode 氏定名之 Ascophora mucedo 均列爲本病菌之異名。1824年Link氏定名爲 Mucor ascophorus，最後由 Lindan 氏重新定名爲 Rhizopus stolonifer 並包括 Linne 氏1753年所定名之 Mucor mucedo 在內。目前一般則仍多用 Rhizopus nigricans。

(2) 分佈 (Geographical Distribution)：

Argentina，Australia，Brazil，Canada，Congo，Denmark，Egypt，England，Fiji，French Guinea，Germany，India，Malaya，New Zealand，Palestine，Peru，Philippines，Rhodesia，Russia，S. Africa，Sumatra，Switzerland，Taiwan，Uganda，U. S. A.，Victoria等地 (包括病原菌其他寄主植物之分佈情形)。

(3) 寄主植物 (Host Plants)：

Apple，Avocado，Banana，Bean，Beet，Cabbage，Cacao，Carrot，Chestnut，Coconut，Copra，Cotton，Fig，Grape，Groundnut，Hemp，Lily，Maize，Melon，Narcissus，Nectarine，Olive，Onion，Papaya，Pea，Peach，Pineapple，Plum，Rubber，Soybean，Strawcheery，Sunflower，Sweet potato，Tomato，Walnut，Water supplies，Wheat等植物。本省一般之被害香蕉爲仙人種。

(4) 病徵 (Symptoms)：

此病多在香蕉成熟後，貯藏於通風不良的處所發生，在市場上發生並不太普遍，在運輸中或由於高溫及通風欠佳，有時發生極爲嚴重。罹病之果實，最初呈黑褐色，果皮上生長極茂盛白色、像新彈過棉絮般的菌絲，稍後菌絲團呈灰白色，在靠近菌絲團表面生有許多初爲灰白色後變爲黑色之小顆粒，即是病原菌之孢子囊。此病一旦發生，即使果肉迅速軟化腐敗。本病亦常在果指之傷痍部分發生，其附近之組織亦呈軟化腐敗狀。

(5) 病原菌 (The Causal Organism)：

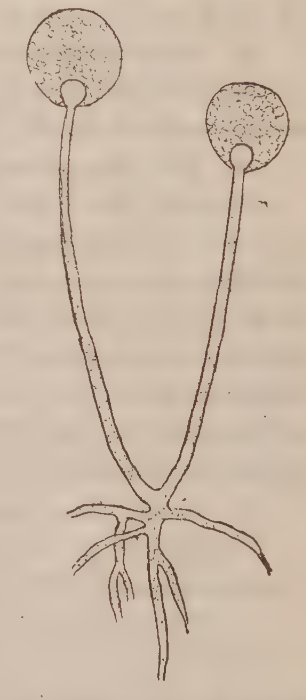
Rhizopus stolonifer (Ehr.) Lind.

Phycomycetes，Mucorales，Mucoraceae

Syn. Mucor mucedo L.
Mucor stolonifer Ehr.
Mucor ascophorus Lk.
Ascophora mucedo Tode
Rhizopus nigricans Ehr.

病原菌在氣生菌絲體上產生極明顯之孢子囊。

菌絲 (Mycelia)：最初白色，後變爲灰褐色或深褐色，無隔膜但具有分枝。於一段距離內則產生僞根 (Rhizoid)。僞根之上部生出數條直立、黃褐色或深褐色之孢囊柄 (Sporangiophores)，長短約0.65～2.5mm，頂端生一孢子囊 (圖二)。



圖二、軟腐病病原菌孢子囊及僞根

Fig. 2, Rhizopus stolonifer sporangiophores & sporangia (×150)

孢子囊(Sporangia)：生於孢囊柄頂端，球形或橢圓形，黑褐色，直徑約100~270μ，內生無數之孢子，於孢子囊柄頂端即孢子囊基部有半球形之囊軸(Columella)。

孢子(Spores)：呈球形或卵形，褐色，大小約7.5~15μ。

(6) 討論(Discussion)

軟腐病原菌的寄主範圍甚廣，除寄生於各種植物以外，尚可寄生於人體、麵包、牛油以及各種果醬上。在溫度較高及空氣不流通的處所最易發生。因其氣生菌絲甚為發達，孢子囊不需埋藏於任何組織內，且孢子囊之形成與成熟甚快，成熟後即有無數孢子飛散於空中，以後則降落於各種物體上，當物體初呈腐敗時，病菌立即侵入迅速蔓延，結果造成軟化腐敗之現象。在運輸中，因氣溫較高，通風欠佳，且香蕉積壓太甚，故易發生此病(87,95)。本病在販賣市場上，一般發生並不太多，因在若干香蕉果實上，常先有其他菌類引起病害，本病不過是第二次侵害而已。一般之防治方法應注意勿使果手放於太潮濕或通風不良的處所(69)，貯藏的房間應時前消毒或把貯藏房間用人工加熱使升到 30°C，如此維持二星期(69)室內即不再有病菌存在。不可用過低之溫度處理已病之香蕉，因病菌在6.5°C以下方停止生長，但一般之香蕉若置於6.5°C時即早已發生寒害。

Ⅱ. 子囊菌類病害(Diseases caused by Ascomycetes)

1. 煤病(Sooty Blotch)：

(1) 歷史(History)：

1899年 Spegazzini 氏(46)在阿根廷(Argentina)，巴西(Brazil)巴拉圭(Paraguay)，，烏拉圭(Uruguay)等地之香蕉果實上採到煤病之標本，氏定名為 Chaetothyrium musarum Speg.，1913年 Theissen 氏(54)因 Chaetothyrium 屬之子囊孢子為多室者，而引起香蕉煤病病原菌之子囊孢子為二室者，故重新定名為 Chaetothyrina musarum (Speg.) Theiss.。筆者於民國四十七年秋於双冬一蕉園中曾採得香蕉煤病之標本，而後在霧峯一帶亦時常採到。

(2) 分佈(Geographical Distribution)：

Argentina，Brazil，Paraguay，Taiwan，Uruguay。

(3) 寄主植物(Host Plants)：

Musa sapientum L. 之葉片及果實上。被寄生之香蕉品種有 Silver，Fig，Apple(巴西南部產)等，在本省則以矮脚種、仙人蕉等被害較多。

(4) 病徵(Symptoms)：

最初於葉片表面生圓形灰褐色極薄之菌絲層，以後逐漸擴大到整個葉片。較薄處尚可隱約見到葉片之綠色。於肉眼下可見此菌絲層上有多數、密集於一處之毛狀體存在，此即病菌之孢子腔。於菌絲層上復見有散生之小形黑色顆粒，即為病菌之子囊殼(圖版三，A)

(5) 病原菌(The Causal Organism)：

Chaetothyrium musarum Speg.

Ascomycetes, Erysiphales, Capnodiaceae.

Syn. Chaetothyrina musarum (Speg.) Theiss.

A. 分生孢子時期(Conidial stage)：孢子腔(Pycnidia)呈瓶狀，腔壁由平行之菌絲組成，直立或稍有彎曲，單生或數個在基部相連，中央部直徑最大，兩端較細，頂端之菌絲裂開而成口孔，腔孢子即由此逸出。孢子腔基部呈深褐色，每一分枝自中央突出部以上顏色逐漸變淡呈黃褐色。大小為148~432×20.25~37.8μ(圖版三，D)。

腔胞子(Pycnidiospores)無色，呈長方形(圖三，D)。

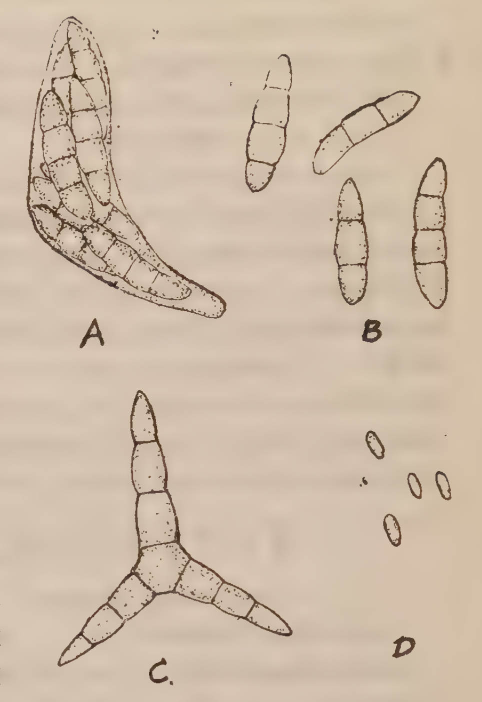
Triposporium 呈星狀，多數為三分枝，亦有四分枝者，每一分枝自基部向末端逐漸變細，略呈圓錐形，無色或淡褐色，每一分枝大小略有差異，一般為21.0~77×7.3~7.7μ(圖三，C)。

B. 子囊時期 (Ascigerous stage) 子囊殼 (Perithecia)：生於菌絲層上，呈球形，黃褐色或深褐色，上生 20~30 條剛毛，成熟者具有圓形之口孔，直徑爲 108~229.5μ (圖版三，B)。

剛毛 (Setae)：着生於子囊殼壁上，深黃褐色，直立、無隔膜，自基部向上逐漸變細，頂端鈍圓，大小爲 52.5~98×4.2~6.3μ。

子囊 (Asci)：無色、呈橢圓形，囊膜甚薄，易於破裂，大小爲51.6×13.7μ (圖三，A)。

子囊孢子 (Ascospores)：長橢圓形或長紡錘形，稍作弓曲，間亦有稍呈螺旋狀者，具2~3個隔膜，淡褐色。大小爲14~17.5×4.2~6.65μ (圖三，B)。



圖三、煤病病原菌
A. 子囊 B. 子囊孢子
C. 星狀孢子 D. 腔孢子
Fig. 3. Chaetothyrium musarum
A. Ascus. B. Ascospores
C. Triposporium
D. Pycnidiospores (×600)

(6) 討論 (Discussion)：

據山本和太郎氏 (80) 報告：臺灣各種植物上的煤病共約 170 餘種，僅柑桔屬上即有十五、六種之多，此外如咖啡，蕃石榴及龍眼等經濟果樹上亦分別寄生有4~5種之多，由此可見在本省煤病對一般植物爲害之普遍情形。雖然本省之煤病菌如此普遍，但香蕉之煤病在本省尚無記載。在 Wardlaw 氏 (72) 及 Roger 氏 (37) 之著述中，爲害香蕉之煤病計有：

Capnodium musae Vieg.
Chaetothyrium musarum Speg.
Chaetothyrina musarum (Speg.) Theiss.
Antennularia tenuis Earle
Limacinula tenuis (Earle)Sacc. et Trott.
Phaeosaccardinula tenuis (Earle) Seaver et Chandon

在此六者中， Antennularia tenuis Earle 及 Phaeosaccardinula tenuis (Earle) Seaver et Chandon 爲 Limacinula tenuis (Earle) Sacc. et Trott.之異名 (50, 72)。

Chaetothyrium musarum Speg. 又經 Theissen氏改爲 Chaetothyrina musarum，因此只剩下 Capnodium，Chaetothyrina 及 Limacinula 三屬引起香蕉煤病。

在 Roger 氏著述中，香蕉之煤病一爲 Capnodium musae，一爲Limacinia tenuis(Earle) Sacc. et Trott. 一爲Chaetothyrina musarum。於Saccardo 氏之巨著(40)中，則爲 Chaetothyrium musarum， Chaetothyrina musarum 及 Limacinula tenuis，而無 Limacinia tenuis 之種名，經筆者考據後知爲 Limacinula tenuis Earle) Sacc. et Trott. 之誤。

於Bessey 氏 (3)， Clements氏 (7) 及山本氏 (57) 之著述中謂 Limacinia 之子囊殼無剛毛。於 Roger (37) 之記載中則謂 Limacinia 子囊殼有剛毛，是此屬之分類地位尤未得全世界學者所公認，或係 Roger 氏之記載錯誤，尙待以後之考證。

雖 Theissen 氏因 Chaetothyrium musarum 之子囊孢子爲多室，而改香蕉煤病病原菌之學名爲子囊孢子兩室之 Chaetothyrina musarum。但據筆者之實地觀察，香蕉煤病之子囊孢子一般爲3室，亦有若干四室者，故筆者建議該病原菌之學名應復採用 Chaetothyrium musarum Speg.爲宜。此外筆者於營盤口及省立農學院內時常採到另外一種黑色煤病，但僅見其無性世代，因此其分類地位甚難決定，俟研究後，再作詳細報告。

2. 軸腐病 (Stem-End Rot, Main-Stalk Rot)

(1) 歷史 (History):

軸腐病其病原菌之寄主範圍甚廣，就本省之重要經濟植物而論，除寄生於香蕉引起軸腐病外，尚可寄生於甘蔗上形成甘蔗鳳梨病，亦可寄生於鳳梨上引起鳳梨之黑腐病或基腐病，並且皆引起嚴重之損失。至於本病菌之歷史，1874年de Seynes(44)氏首先定名爲Sporoschisma paradoxum；1892年 Saccardo氏(44)發現於鳳梨果實上，改爲 Chalara paradoxa；1893年Went氏(45)於爪哇發現於鳳梨果實上，定名爲 Thielaviopsis ethacetica Went；1909年 Hohnel氏 (50)於澳洲之可可椰子上復發現其無性世代，方定名爲 Thielaviopsis paradoxa (de seynes) Hohn. 迄今沿用之。至於其子囊時期則遲於1928年方爲 Dade 氏所發現，定名爲 Ceratostomella paradoxa (de Seynes) Dade 但在本省尚未見到。作者於1955年冬在月眉糖廠之蔗園內曾採得甘蔗鳳梨病病原菌有性世代之子囊殼，但在純粹培養中，並未有子囊殼之形成。本省對香蕉軸腐病病原最初之記載始於何時已不可攷，對其病原菌現有記載可查者當推1918年三宅勉氏之甘蔗鳳梨病調查報告 (74) 。至於香蕉軸腐病之報導則始於1928年加藤謙一氏 (86) 。

(2) 分佈 (Geographical Distribution)

本病原菌因其寄主範圍甚廣，故其地理分佈幾遍全世界，今略述如下：

Argentina，Australia (Queensland)，Barbados，Brazil，Canary Island，Ceylon，China (Taiwan)，Colombia，Cuba，Dominican Republic，Dutch E. Indies，Fiji，France，Gold Coast，Guadeloupe，Guiana，Guinea，Hawaii，England，India，Italy，Jamaica，Japan，Java，Malaya，Mauritius，Mexico，New Zealand，Philippines, Porto Rico，S. Africa，Sierra Leone，Spain，St.Vincent，Sumatra，Tanganyika Territory，Tobago，Togoland，Uganda，U. S. A. 等地。

(3) 寄主範圍 (Host Plants):

本病原菌寄主之範圍甚廣，如Arenga，Mango，Oil palm，Palmyra, Palm，Pineapple，Sugar-Cane 等皆可被侵害而引起嚴重之病害，在本省香蕉中以仙人蕉、北蕉、粉蕉易於罹病。

(4) 病徵 (Symptoms):

香蕉軸腐病發生於收穫後、貯藏期以及運輸中。本病原菌常藉傷痍而行侵入，故最初病徵有時是由於機械傷痍而引起者。病菌侵害之部位有果軸 (Stalk)、指座 (Cushion)、果柄 (Pedicel) 及果指(Finger)，最後使整個果手(Hand)軟化腐敗而完全失去其食用價值。於收穫及運輸時因受機械之創傷、果實之積壓以及因溫度增高、通風欠佳，乃使病菌獲得良好之侵入機會。果軸上之病徵最爲明顯，最初呈黑色，繼而軟化腐敗使縱裂之組織纖維絲絲分裂，於腐敗之果軸組織中即可檢到病原菌之外生孢子(大分生孢子 Macroconidia)。軸腐病除引起果軸腐敗外，並可導致落指 (Finger-dropping)。發生於果柄上者，因此處組織柔軟，並在採收、搬運以及裝卸時最易受損傷而引起此病。初發生時小果柄呈水浸狀，繼而變爲灰褐色、黑褐色甚至呈深黑色，後期之病患部表面，發生一層鼠灰色之菌絲層，此即病原菌之分生孢子堆 (小分生孢子 Microconidia 及小分生孢子柄 Microconidiophores)，此鼠灰色菌絲層迅速蔓延於果指上。在果指上之病徵更爲明顯，所生之鼠灰色菌絲層亦較厚，基部則蔓延於指座及果軸，指座因組織密緻，被害較爲輕微；果軸則因細胞縱列，維管束質地柔軟且含水分較多故易於腐敗 (圖版三，G)。本病菌亦常與引起炭疽病之 Gloeosporium musarum Cke. et Massee及引起黑腐病之 Botryodiplodia theobromae Pat. 於某一時期在病徵上三者極爲相似，並且皆可導致香蕉之軸腐與落指。

(5) 病原菌 (The Causal Organism):

子囊時期 (Ascigerous stage)：Ceratostomella paradoxa (de Seynes) Dade

Ascomycetes , Sphaeriales , Ophiostomataceae.

Syn. Ophiostoma paradoxum (Dade) Nann.

Rostrella coffee Zimm.

Trichosphaeria sacchari Massee

分生孢子時期(Conidiol stage) : Thielaviopsis paradoxa (de Seynes) Höhn.
Imperfect Fungi , Moniliales , Dematiaceae.

Syn. Sporoschisma paradoxum de seynes

Chalara paradoxa (de seynes) Sacc.

Thielaviopsis ethacetica Went (在鳳梨果實上)

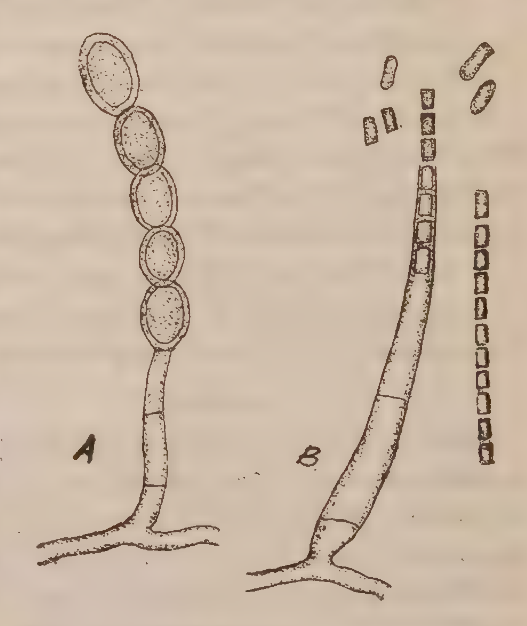
Catenularia echinata Wakker

Endoconidium fragrans Delacr.

引起軸腐病之病原菌，其子囊時期爲 Ceratostomella paradoxa (de Seynes) Dade，分生孢子時期爲 Thielaviopsis paradoxa (de Seynes) Höhn.，但在本省多爲其分生孢子爲害，子囊時期在香蕉上尙未發現。作者於培養基上，培養其分生孢子達數年之久，至今亦未見有子囊殼產生。其其分生孢子時期產生外生孢子（或大分生孢子）及內生孢子（小分生孢子）。其發生之順序則後者先於前者。於培養基上菌落初呈灰白色，稍後即變爲鼠灰色，是爲小分生孢子繁殖之時期。至菌落轉變爲深黑色時，則大生分孢子開始產生，然原有之小分生孢子仍舊存在，但不再大量產生。

菌絲 (Mycelia) ：本病菌之菌絲最初無色透明，有分枝及隔膜，後漸變爲褐色甚至黑褐色，寬度約4～6μ，向上伸出與菌絲成直角或銳角、無色之分生孢子柄。在果軸之腐敗組織中、細胞內及細胞間隙中或維管束薄壁細胞內皆充滿無色之菌絲，但菌絲一旦進入螺紋導管內即變爲黑褐色。在果指上則多蔓延着氣生菌絲 (Aerial mycelia)

小分生孢子柄或內生孢子柄(Microconidiophores or Endoconidiophores) ：無色透明，呈圓筒狀，基部較寬約14μ，與菌絲間常有縮縊，向上逐漸變細，形如砲管狀，寬約 5 μ，頂端開口處有鏈鎖狀之內生孢子排出。小分生孢子柄一般具有 3 個隔膜 ，與菌絲略呈直角基部有縮縊 ，大小爲 100～180×5～10μ (圖四，B) 。



圖四. 軸腐病病原菌
A. 大分生孢子柄及大分生孢子
B. 小分生孢子柄及小分生孢子

Fig. 4. Thielaviopsis paradoxa
A. Macroconidiophore & Macroconidia
B. Microconidiophore & Microconidia (×600)

小分生孢子或內生孢子 (Microconidia or Endoconidia) ： 由小分生孢子柄頂部之細胞質形成。未出孢子柄前呈長方形或圓筒狀，兩端截平，剛出孢子柄者許多孢子作連鎖狀排列直立或稍彎曲，時間既久，受外界因子之影響，即個個分散。初生之孢子無色，呈矩形或兩端鈍圓。老熟之孢子稍呈淡黃綠色，長橢圓形，亦有呈長棒狀、啞鈴形或其他畸形者。大小約8～12×3.5～5μ (圖四，B) 。

大分生孢子柄 (Macroconidiophores)： 多與菌絲成直角生出，呈菌絲狀，無色或稍呈淡黃褐色，頂端圓形，着生念珠狀之大分生孢子，其頂部之成串孢子常向基部作半圓形或弧形之彎曲，愈向

末端孢子其體積愈大，大分生孢子柄之大小為20～80×4μ（圖四，A）。

大分生孢子（Macroconidia）：此種孢子常藉傷口侵入果軸為害，於土壤中可生存數年之久。孢子呈黑褐色或橄欖色，橢圓形或卵形，具有厚而顏色較深之壁膜，個個連接呈鏈鎖狀，大小為14～17×10～11μ（圖四，A）

本病原菌 Ceratostomella paradoxa 之子囊殼，於 1950 年三月間，由美國之 Ramsey 與 Smith 兩氏（33）在芝加哥（Chicago）從中美輸入的香蕉軸腐病上發現。因本省無其子囊時期產生，故不贅述。

（6）討論（Discussion）：

據加藤謙一氏報告（86）香蕉軸腐病在本省之發生時期，南部地區約在6月中旬，中部則在8～9月之間，尤以7～8月間發病最多，在寒冷之季節發病亦甚嚴重。環境因子影響本病之發生甚鉅，高溫多濕、地勢較低、土壤過濕、通風不良以及使用氮肥或有機肥過多，而缺乏鉀肥之蕉園所生之果實更易罹病。反之乾旱地區、排水良好，充分使用磷肥與鉀肥，少用有機肥料及土質貧瘠之蕉園，因所生果實較小、質地堅實，故可減少病菌之侵入機會。據筆者數年來之觀察，中部發生最多之時期為10月以後，6～7月間發生較少，因病原菌不喜高溫之故。

此外由於被割切之果軸，與地面接觸，在貯藏、運輸中因溫度過高、通風欠佳、以及包裝時發生擦傷，給予病原菌侵入及蔓延之最好機會。於1933～1935年間本省輸日之香蕉，軸腐病（包括一般之軸腐）之罹病率達27.59％（87）。在本省之發生情形，據王所氏之報告（83），有時高達80％以上，損失之數字實堪驚人。

因本病對臺灣之香蕉業影響甚大，今略述其重要性於後：

㈠ 經濟重要性：軸腐病為香蕉重要病害之一，每年輸日之香蕉因本病所蒙受之損失甚大。據山本氏1937年之調查（87），是年輸日之香蕉因患本病損失約84,000日圓，實為香蕉外銷之大患。

㈡ 病原菌之探討：病原菌之寄主範圍既廣，又因接觸傳染或藉傷痍侵入為害，故病害之傳播與蔓延甚為迅速。

據 Ashby 氏之報告（72），病菌不能侵害健全部分。Ashby 氏早在1913年即報告 Thielaviopsis paradoxa 寄生於香蕉上為害，其有性世代則遲至1950年方被Ramsey 與 Smith 兩氏於香蕉上發現。但至目前為止，在本省仍為病原菌之分生孢子為害。其大小兩型之分生孢子柄及分生孢子就者觀察，其形態及大小與當日 Ashby 所記載者顯有差異。尤其小形孢子之形狀差異更大。

由本病原菌所引起之初期病徵常與因 Botryodiplodia theobromae 及 Gloeosporium musarum 所引起之果軸腐敗初期病徵相似，直至前者形成黑色顆粒狀之孢子腔，後者產生桃紅色之孢子堆後方能辨別與由本病菌所引起之軸腐判然不同。在此三種病原菌中，Gloeosporium musarum 生長較慢，其他兩者較快。但三者皆為嚴重之病害。

1935 年 Davidson 氏（11）指出所有產生內生孢子的 Ceratostomella 屬均歸入 1907 年 Munch 氏所創之 Endoconidiophora 屬中，故主張改 Ceratostomella paradoxa (de Seynes) Dade 為 Endoconidiophora paradoxa Davidson。但 Matsumoto 氏（31）則對此項命名表示異議。在 Clements 等之 The genera of fungi（7）一書中亦僅把 Endoconidiophora列為 Ceratostomella 之異名。然 1953 年美國之農部（68）已採用 Endoconidiophora paradoxa 為香蕉軸腐病之病原菌學名。考 Ceratostomella 一屬為 Saccardo 氏於 1882 年所創，氏於其Sylloge Fungorum（50）中亦載有 Munch 氏之屬名，然當時並未予以採納應用。據筆者觀察甘蔗鳳梨病之子囊殼有細長之口孔，而 Endoconidiophora 屬則無此項特徵，故仍以採用 Ceratostomella paradoxa (de Seynes) Dade 為宜。

㈢ 防治概況：a. 運輸時：防治軸腐病應注意者，即是減少病原菌侵入之機會，故在收穫包裝及運輸時，應盡量避免果實受傷，最好以整個果房（Bunch）為單位來運輸。如勢必要割成果手，以便於

包裝及運輸時，則割切後所留之果軸應較長，如病菌侵入後尚可作第二次之割切以防其迅速蔓延。如以船運外銷時，艙內應有通風設備，最好有冷庫貯藏，使其溫度不超過 11°C，藉以抑制病菌之蔓延。裝船後立即運輸，停留過久或曝於日光下亦易發病。

b. 栽培時：應選排水良好之蕉園，並應注意施肥，勤於中耕除草，選擇抗病性品種等。

c. 集貨地之環境：集貨場應設備完善，場地尤應清潔、乾燥及通風良好，必要時以 0.1% 福爾馬林液噴射集貨之場所，以消滅場內已存之病菌。

d. 果軸切口之消毒：過去曾用烏斯普龍（Uspulun）或凡士林塗抹切口，但效果並不甚佳。自1951年利用谷仁樂生 (Granosan) 400 倍液塗抹切口全面 (93) 效果甚佳，可減少運輸期中軸腐病之發生。自 1958 年試用 300倍 Orthocide 50，液塗抹切口，然藥效不及谷仁樂生。現在谷仁樂生可防治甘蔗鳳梨病及鳳梨黑腐病，由此更可一舉數得，以減少病原菌在各種寄主間互相更迭之機會。歐美曾利用 25g 之苯甲酸 (Benzoic acid) 與1000cc. 之30%酒精混合液塗抹鳳梨果軸切口以防治鳳梨之黑腐病效果尚佳 (69)。鳳梨黑腐病與本病乃由同一病原菌所引起，本省不妨參攷試用。

3. 炭疽病 (Anthracnose)

(1) 歷史 (History)：

香蕉炭疽病是在貯藏、販賣或海洋運輸時發生最嚴重病害之一。最先由 Cooke 及 Massee 兩氏 (8) 在昆士蘭 (Queensland) 發現，命名為 Gloeosporium musarum Cke. et Massee。此為香蕉果實上最普通之病害，尤其於貯藏、販賣或運輸中更為嚴重，幾乎所有香蕉產區及販賣市場均有發生。1931 年 Davis 氏 (72)報告，Glomerella cingulata (Ston.) Spaul. et Schr. 為 Gloeosporium musarum 之有性世代。病原菌之有性世代為多犯性，其寄主範圍甚廣。本省之記載對炭疽病最初則始於澤田氏 (55)。1938年平井氏 (87) 報告此病為臺灣輸日香蕉之一大病害。

(2) 分佈 (Geographical Distribution)：

Australia，Brazil，Burma，Canary Island，Ceylon，China (Taiwan)，England，France，India，Italian Somaliland，Japan，Kenya，Mauritius，New Zealand，Philippines，Porto Rico，Sierra Leone，Trinidad，Uganda，U. S. A. 等地。

(3) 寄主範圍 (Host Plauts)：

本病菌之寄主甚多，不勝枚擧，茲略述於下；Apple，Avocado，Banana，Coffee，Orange，Mango，Peach，Soybean，Tea，Vine 等等。在本省之被害香蕉品種以仙人蕉及北蕉最為嚴重。

(4) 病徵 (Symptoms)：

A. 成熟果實之病徵：本病為潛伏感染，發生於果實上的炭疽病，雖然在果皮變黃時才顯露出病徵，但病菌早在落花後果實未成熟前即已侵入，因環境因子不利於病菌之發育，故不能迅速呈現病徵(95)。當果實成熟後，果皮上乃生深褐色之圓形病斑，大小約3～4mm. 以後病斑逐漸擴大，呈橢圓形，大者可達20×18mm.，表面稍呈皿形之凹陷，並有融合現象，因此使病斑益形擴大成為雲狀之不規則塊斑。末期於病斑上發生無數桃紅色粘性之小顆粒，此種小顆粒密集成堆或均勻散佈為數極多，此即病原菌無性世代之分生孢子堆。此種桃紅色之孢子堆若與健全香蕉果實接觸，即可使健全之果實迅速發病，即使不能直接接觸，孢子也可以藉空氣之流動、風力、水力或人力散播其孢子於空氣中，然後降落於果實上以行感染。此病不僅為害果指，且可蔓延到果柄，指座及果軸。指座因組織密緻，被害後病徵表現不甚明顯，病患處僅呈黑褐色，果柄及果軸則因組織鬆軟，故發病與腐爛之速度較快。果軸被害時亦可形成軸腐病(Main-stalk rot)及落指(Finger-dropping)現象(圖版三，F)，但較由 Thielaviopsis paradoxa所引起之病徵發生緩慢，並且後期即有桃紅色之分生孢子堆出現。故兩者並不因同

稱軸腐病而使其病徵混淆。果指上嚴重時，果皮全部變為黑褐色而軟化，表面散佈無數孢子堆，並且侵及果肉以使其腐敗。最初因糖分醱酵，有香蕉之特殊甜味，待至腐敗時，則發生難聞之臭味，並招來無數蠅蛆。

B. 植株上之病徵：田間植株上之炭疽病，發生較少，如有發生時，多為害落花後不久及果實剛開始發育之植株。最初開始於果房基部或梢部之主軸上或果柄上，呈黑褐色並稍萎縮，繼之由果房基部之果手逐漸向頂部之果手蔓延。每個果手首先發生於果柄，再逐漸蔓延到全個果指。無論在果房之任何部分，病徵皆為先變黑色，繼之發生皺縮（圖版三，E）。有的上生桃色分生孢子堆，有的則僅呈深黑色、皺縮而變成乾腐狀，其上密生無數小形黑色顆粒，此為成熟之被害果實上少見之現象。

(5) 病原菌 (The Causal Organism)：

子囊時期 (Ascigerous stage)：Glomerella cingulata (Ston.) Spaul. et Schr.
Ascomycetes，Sphaeriales，Gnomoniaceae

分生孢子時期 (Conidial stage)：Gloeosporium musarum Cooke et Massee
Imperfect Fungi，Melanconiales，Melanconiaceae.

本病原菌之子囊時期為Glomerella cingulata (Ston.) Spaul. et Schr. 但在本省尚未見有報告。普通發生之香蕉炭疽病乃由其分生孢子時期 Gloeosporium musarum Cooke et Massee 所引起者。病斑上桃紅色粘性之小點，即為病原菌之孢子堆，最初生於果實之表皮下。病原菌發育成熟後，表皮破裂，孢子堆乃裸露於外。

分生孢子柄 (Conidiophores)：位於表皮下。無色，短而直，頂端鈍圓，稍作圓錐形，無隔膜，大小為12～20×3～4μ（圖五，A）

分生孢子 (Conidia)：呈短捧狀、長橢圓形，亦有少數呈弧狀，但彎曲度甚小，更有似草履蟲狀或圓椎形者，無色、單室、細胞質中有許多散佈均勻的綠藍色顆粒，中央則有大小約2～3μ之空胞，孢子之大小為12～19×4～7.0μ（圖五，B）。



圖五. 炭疽病病原菌
A. 分生孢子柄
B. 分生孢子
Fig. 5. Gloeosporium musarum.
A. Conidiophores
B. Conidia (×600)

(6) 討論 (Discussion)：

本病多發生在貯藏期及運輸中，因病原菌喜高溫，故於高溫多濕之場合易罹此病。在 28°C 時發育生長最快，在 10°C 以下發育受阻，5°C 以下則生長停止，但並不死亡。因本省地處亞熱帶，於水果攤上終年可找到香蕉炭疽病之存在，於6～8月中發生更為普遍。

香蕉炭疽病是本省在香蕉貯藏及外銷中的重要病害之一。香蕉裝籠後因通風不良、溫度增高，故病原菌蔓延甚速。裝船後更因無冷藏及通風設備，溫度益形增高，復經數日之運輸，罹病香蕉遂逐日增多，嚴重時可使全船腐爛，損失至大。於水果攤上常見炭疽病發生嚴重之香蕉，後期腐爛為泥狀，已毫無食用價值。在蕉園中果房患有本病時可使全株毫無收穫，情形更為嚴重，幸而發生並不甚普遍。

病原菌孢子之大小及形態變異很大，更有四種不同菌系 (72)，故不易受環境因子之影響而減低其傳播與蔓延之能力。

防除之要項應注意下列數點：① 冷藏：在貯藏或運輸中，使溫度保持 11°C 左右，病菌生長受阻，即可達到貯藏及運輸之目的。但溫度過低，則香蕉易受寒害並使品質變劣。② 適時收穫，勿使果皮受傷。③ 開花前及落花後撒佈0.5% 的波爾多液。④ 落花後之果實掛紙袋，以防病菌孢子降落於果實上或因昆蟲食傷而使病菌有侵入之機會。⑤ 栽培抗病性品種

病原菌之探討：Roger氏 (37) 記載Gloeosporium屬寄生於香蕉上者計有：Gloeosporium

chioneum Syd.，Gloeosporium fructigenum Berk.，Gloeosporium fructigenum Krug.，Gloeosporium musarum Cooke et Massee, Gloeosporium musarum var. importatum Laub.，共五種。但氏並未記載 Glomerella cingulata(Ston.)Spaul. et Schr.爲Gloeosporium musaram Cooke et Massee之子嚢時期。氏並謂在Musa paradisiaca L.之葉上有 Glomerella musarum Petch 與 Gloeosporium musarum及Cordana musae 同時存在，但亦未言Glomerella musarum爲 Gloeosporium musarum之子嚢時期。本省香蕉上並未發現 Glomerella 之子嚢殼存在，故無從研究與比較，尙待今後之研究觀察，再作詳細之報導。

4. 葉斑病 (Cercospora Leaf Spot, Sigatoka Disease)

(1) 歷史 (History)：

香蕉葉斑病 (Cercospora leaf spot) 又名 Sigatoka disease。在 Indo-Malaya 與澳大利亞 (Australia) 是非常普遍的一種香蕉病害，在斐濟島 (Fiji) 及昆士蘭 (Queensland) 其流行的嚴重性常招致蕉園之廢耕。

1902年Zimmermann氏(72)首先發現此病於爪哇(Java)，定名爲Cercospora musae Zimm. 1913年 Massee氏在斐濟島(Fiji)報告Sigatoka 地方的 Gros Michel 香蕉上發生一種嚴重病害，並迅速蔓延於其他地區，凡具有商業價值的香蕉品種悉數罹病，流行之嚴重每每促使蕉園廢耕，故名Sigatoka disease。1914 年 Massee 氏定其病原菌之學名爲 Cercospora Musae Massee，後經證明與 Zimmermann 氏所稱之 Cercospora musae Zimm. 乃爲同一病原菌。

1928年昆士蘭(Queensland)南部所有蕉園均遭受本病之侵害，流行之廣曾引起香蕉產量之重大損失。1932年在 Vitilevu 地方引起之損失高達60%(72)。不僅在葉片上爲害，且招致果肉之變色，此病在整個生長期中隨時可見。1934年千里達 (Trinidad) 亦開始記載此病之發生。

1909 年澤田兼吉氏 (58) 首先採得是項標本於汐止。以後又分別在全省各蕉園採到，並稱其子嚢時期之病名爲黑點葉枯病。1943 年澤田氏發表於臺灣菌類調查報告第八編中，定其子嚢時期爲 Metasphaeria musae (Zimm.) Sawada。1941年 Leach 氏 (27) 於牙買加 (Jamaica) 研究葉斑病時，發現其子嚢時期，並定名爲 Mycosphaerella musicola Leach。

(2) 分佈 (Geographical Distribution)：

Africa，Belgian Congo，Brazil，British Honduras，British Togoland，Camero-ons，Ceylon，Colombia，Cuba，Dominica，Ecuador，Fiji，French Antilles，French Guinea，Gold Coast，Guadeloupe，India(Assam) Ivory Coast，Jamaica，Martinique, Mexico，Montserrat，New Claedonia，New Guinea，New South Wales，New Zeanl-and，Peru，Queensland，Solomon Island，Surinam，Taiwan，Trinidad，Uganda，Venezuela，Wallis Island 等地。

(3) 寄主植物 (Host Plants)：

被害之香蕉品種在其他產蕉區計有Bande，Cavendish，China vimama，Giant Governor，Gros Michel，Lady's Finger，Sugar variety 等品種，在本省以仙人蕉被害最爲普遍而嚴重。

(4) 病徵 (Symptoms)：

A. 圓斑型 (Spherical type)：此種病斑多生於一公尺左右之幼小蕉苗或高大蕉株之下部葉片上，被害之葉片多呈圓形或類似圓形。據筆者數年之觀察，幼小窄長之葉片上從未有此種病斑發生。最初於葉片上生暗褐色或淡褐色之圓形略呈水浸狀之病斑，小者約3～4mm.，大者可達25mm.左右，一般則爲10mm.左右。後期之病徵，病斑表面呈灰白色，而有黑褐色或灰褐色之邊緣，上生無數小形黑色顆粒，即爲病原菌之胞子腔或子嚢殼，背面則呈煤褐色，無顆粒存在。幼小蕉苗被害時可使全株生育緩慢甚至枯萎，成長植株下部葉片被害者亦可促使葉片迅速乾枯 (圖版四，A、B)。

B. 細線型(Linear type)：此種病斑多發生於葉片窄長之幼小蕉苗及成長蕉株之中上部葉

片上，其病斑多與側脈平行生長，普通呈褐色，在成長蕉株病斑上一般爲11×1mm.左右，幼小蕉苗上病斑較長，可達 20×1mm. 左右。於病斑爲深褐色時，若發生嚴重則病斑之背面於肉眼下即可見到有黃褐色黴存在，此即爲病原菌之分生孢子柄及分生孢子。老病斑之表面呈灰白色或灰褐色，稍微下陷，並有淺褐色或黑褐色之邊緣，中央則着生無數與葉脈平行之小黑點，此即爲病原菌之胞子腔或子囊殼。病斑背面鼠灰色，邊緣則呈灰褐色而無任何顆粒存在（圖版四，C、D）。

C. 橢圓型 (Elliptical type)：此種病徵最初於葉片表面生褐色不甚清晰之病斑，一般大小約爲18×2mm.，亦有呈長橢圓形者長度可達30×5mm.。於肉眼下見到病斑背面有灰褐色之黴狀物，即爲病原菌之分生孢子柄及分生孢子。病斑隨時日之進展而形成枯斑，表面爲灰褐色，而具有褐色寬約 0.5mm. 之邊緣，上生無數小黑點，即爲病原菌之子囊殼或孢子腔。病斑背面呈黑色或灰褐色而有深褐色之邊緣，病斑末期常有癒合現象，自葉片邊緣逐漸向中肋枯萎而死，最後蔓延到葉柄，使葉柄軟化腐敗而垂折於僞莖上（圖版四，E、F）。

(5) 病原菌 (The Causal Organism)：

子囊時期 (Ascigerous stage)：Metasphaeria musae (Zimm.) Sawada

Mycosphaerella musicola (Zimm.) Leach

Ascomycetes, Sphaeriales, Mycosphaerellaceae

分生孢子時期 (Conidial stage)：

Cercospora musae Zimm. 1902

Cercospora musae Massee 1913.

Imperfect Fungi, Moniliales, Dematiaceae.

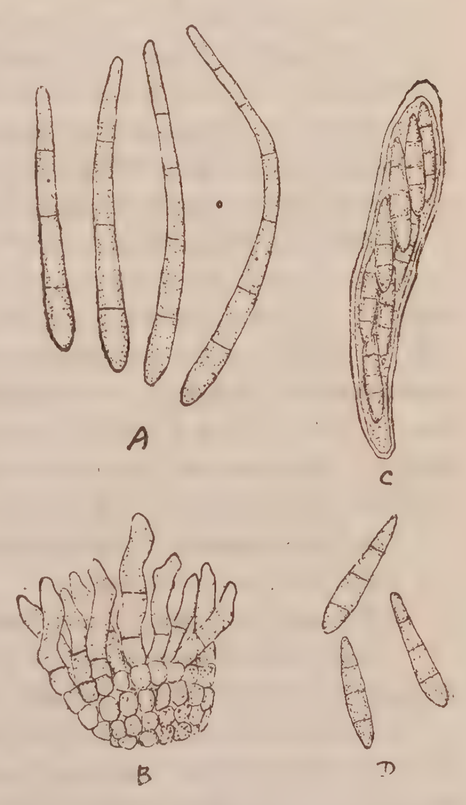
分生孢子時期 (Conidial stage)：分生孢子柄 (Conidiophores)：單生或叢生，黃褐色，圓筒狀，頂端無色，並有數個孢子脫落之痕跡，具1～7個隔膜，大小爲37～86×3.4～6.9μ（量自坪頂橢圓形病斑）或31.5～120.2× .4～4.8μ（量自萬斗六橢圓形病斑）（圖六，B）。

分生孢子 (Conidia)：無色透明，作倒棍棒狀，基部稍作截形，頂端鈍圓，正直、略作彎曲或稍呈螺旋形，具3～8個隔膜，大小爲37.8～109.1×3.4～4.7μ（量自坪頂橢圓形病斑）或34.4～92.8×3.2～4.5μ（量自萬斗六橢圓形病斑）（圖六，A）。

胞子腔 (Pycnidia)：生於表皮細胞中，略作梯形或球形，黃褐色，大小約31.5～84×31.5～59.5μ，腔壁最外一層由長方形細胞組成，細胞大小約19×7.5μ，內部由多角形細胞組成，大小約6.5～10.5×3～9.75μ。

腔胞子 (Pycnidiospores)：無色，長橢圓形，大小約4～7.0×1.5～3.5μ。

子囊時期 (Ascigerous stage)：筆者就病斑上發生之子囊殼切片而得，於顯微鏡下觀察之與澤田所述者近似。子囊殼 (Perithecia)：生於葉表面之表皮細胞中，於葉片背面則生於組織中，稍呈卵圓形或梨形，黑褐色，有乳頭狀之口孔，大小爲 62.5～108.5×42.0～105μ（圖版五，A）



圖六、葉斑病病原菌
A. 分生孢子　B. 分生孢子柄
C. 子囊　D. 子囊孢子

Fig. 6. Pathogen of Sigatoka disease
A. Conidia. B. Conidiophores.
C. Ascus. D. Ascospores (×600)

子嚢 (Asci) ：呈棒狀或長橢圓形，無色，頂端較薄，大小爲 24.0~56.0×7.5~12.25μ (圖六，C；圖版五，B) 。

子嚢孢子 (Ascospores) ：無色，呈長紡錘形或稍作弓曲，中央部較寬，兩端較細，具3隔膜，隔膜處無縮縊，大小爲21~32×6~7μ (圖六，D) 。

(6) 討論 (Discussion) ：

寄生於香蕉的 Cercospora 病害，據記載共有五種，即① Cercospora Kopkei Krug. (17,31,92)，引起甘蔗葉片赤斑病 (Yellow Spot)，在巴西及牙買加並爲害香蕉之果柄 (Finger-stalk) ；② Cercospora longipes Butler (17,72) ，引起甘蔗的褐斑病(Brown spot)，在巴西常與其他菌類同時發生於香蕉果柄上；③ Cercospora musae Zimm.引起香蕉葉斑病；④Cercospora musaecola Saw. 引起香蕉細線病 (58) ；⑤ Cercospora musae—liukiuensis Saw. (9,59) 寄生於琉球絲芭蕉 (Musa liukiuensis Makino) 上亦可形成葉斑病。第一種在本省只發生於甘蔗上，未見其爲害香蕉；第二種在本省之甘蔗及香蕉上皆未發生；第三種爲本省香蕉上最普遍的病害，全島各蕉園皆可採得；第四種爲本省特有之香蕉病害，但澤田氏 1943 年發表時於附記中敍述Cercospora musaecola與Cercospora Kopkei 及 C. longipes 不同，但並未提及與 C. musae Zimm. 有何差異，因此一般人誤認爲目前本省最流行之條形葉斑即澤田氏所說之細線病。在肉眼下細線病病斑呈長矩形，長度較條形葉斑病爲短，表面呈不甚顯明之黃褐色與赤褐色交錯之駁斑，背面則呈煤褐色，於肉眼下可見黃褐色之黴。葉斑病則呈長橢圓形或紡錘形，兩端較尖，後期中央部變灰白色，上生黑色小粒 (孢子腔或子嚢殼) ，此爲細線病所罕見者。

關於Cercospora musae-liukiuensis Saw., 1953 年 Chapp 氏(9)把它列爲 Cercospora musaecola Saw. 之異名，1959年澤田氏之遺著中(59)則把它列爲 Cercospora musae Zimm. 之異名。據筆者就病徵詳細觀察 Cercospora musae-liukiuensis 實與C. musaecola 更爲接近。

至於本病之有性世代， Leach 氏 (27) 於 1941 年定其子嚢世代之學名爲 Mycosphaerella musicola Leach，然在本省尚未發現。 1943 年澤田氏認爲 Metasphaeria musae (Zimm.) Saw. 爲 C. Musae 之子嚢世代。但氏僅於自然標本觀察而得，並未經分離培養及接種工作，是否爲其眞正之子嚢時期，尙待今後之試驗證明。因筆者作葉斑病之切片時經常看到被害之葉片組織內亦有 Metasphaeria 之子嚢殼存在，故沿用 Metasphaeria musae (Zimm.) Sawada 之學名。至於Leach氏1941年所發表香蕉葉斑病之子嚢時期之 Mycosphaerella子嚢殼，本省雖未發現但已爲植病界所公認。據Calpouzos氏報導(6) Mycosphaerella musicola僅能寄生於某些香蕉之品種上，在本省之仙人蕉上是否能產生其子嚢殼尙待以後之研究證明。今介紹此病原菌之形態於後，藉供參考。

子嚢殼 (Perithecia) ：深褐色或黑色，生於成熟的病斑上下表面，具有突出之口孔，殼壁黑色，直徑爲46.8~72μ (平均61.8μ) 。

子嚢 (Asci) ：長橢圓形或棍棒狀 (Clavate) ，大小爲28.8~36×8~10.8μ ，無側絲。

子嚢孢子 (Ascospores)：兩室，上室較下室稍大，隔膜處無縮縊、無色、鈍橢圓形 (Obtuse-ellipsoid) ，大小爲14.4~18 (平均16.7) ×3~4μ。

關於香蕉葉斑病，筆者已分離出數個菌系，皆接種成功，現正在作生理及防除試驗中。此外筆者最近於省立農學院之仙人蕉上發現一種引起葉枯病之Cercospora， 該病與細線病及葉斑病所形成之病徵截然不同，現正在分離接種，俟以後再作報導。據 Calpouzos 氏 (6) 之報導在古巴之香蕉葉片上有Cercospora hayi Calpouzos 存在，但無病徵表現，氏謂或係由其他菌類寄生後，引起壞疽性病斑，然後再由 Cercospora hayi 腐生者。但筆者在本省所發現之 Cercospora 葉枯病斑則多發生於受風害而引起破裂葉片之乾枯部分。

筆者於1959年11月間自嘉義農試所之龍芽蕉葉片上採到一種 Cercospora病害，就病徵及病原論與葉斑病及細線病亦完全不同，且葉片兩面皆有極厚之 Cercospora 黴層，現已分離成功，正在接種

試驗中。

Ⅲ・擔子菌類病害 (Diseases Caused by Basidiomycetes)

1. 莖腐病 (Marasmius Stem and Root Rot)

(1) 歷史 (History):

香蕉莖腐病病原菌 Marasmius semiustus 乃1868年 Berkeley 及 Curtis 兩氏所定名。主要侵害香蕉引起僞莖之腐敗與死亡，於菲律賓亦可侵犯馬尼拉麻 (72)，在美國亦可爲害甘蔗(17)。Smith 氏 (62) 1930 年報告，在牙買加莖腐病多發生於 Bush 香蕉上。1932年 Deighton 氏 (13) 報告在 Sierra Leone 此病多發生於 Guinea Negro 及 Canary 等香蕉品種的僞莖上。

在本省之發生則爲時甚早，1921年澤田兼吉氏首先報告於臺灣博物學會報25卷中。

(2) 分佈 (Geographical Distribution):

世界分佈：Antilles，Belgium，Brazil，Congo，Ceylon，Fiji， E. Africa， France，Jamaica，Malta， Mauritius， Philippines， Sirrea Leone， St. Lucica， Taiwan，Trinidad，Uganda， U. S. A. 等地。

本省分佈：臺北、臺中。

(3) 寄主植物 (Host Plants):

Abaca，Banana，Plantain，Sugar-cane，在本省則多寄生於仙人蕉及矮脚蕉上。

(4) 病徵 (Symptoms):

本病於土壤貧瘠、排水不良、管理不善之蕉園或氣候乾旱香蕉植株生長衰弱之時發生較多，被害之部位計有根部、假莖、葉鞘等處。最初於假莖上生較厚之白色菌絲層，此菌絲層向上下兩方擴展，可引起葉片之迅速枯萎，並使葉鞘折斷下垂。嚴重時下部之葉片悉數乾枯，僅頂部遺留下少數之健全葉片。發生於葉鞘上時最初於表面生白色之菌絲層，侵入葉鞘之內部後乃產生黑褐色水浸狀卵圓形之大型病斑。如此由一葉鞘逐漸蔓延到另一葉鞘，再由葉鞘擴展到假莖外層，然後達於假莖之基部或球莖，被害之假莖遂軟化腐敗不久即行死亡。若遇到適宜之環境菌絲層上乃生出 Marasmius 之子實體，子實體常數個叢生於一處，於雨後或潮濕之氣候中產生尤多。如病原菌侵害根部時，可使根系生長受阻，嚴重時並使皮層與維管束變褐色而軟化腐敗。

(5) 病原菌 (The Causal Organism):

Marasmius semiustus Berk. et Curt.

Basidiomycetes，Agaricales，Agaricaceae.

Syn. Marasmius stenophyllus Mont.

子實體生於假莖上、葉柄上或接近蕉株基部地表面之腐敗葉片上，單生或聚生。菌傘(Pileus)最初呈褐色或橙紅色，成長後顏色稍褪成蒼白色，菌傘常向上摺曲，於是下部的菌褶 (Gill) 外露。菌柄 (Stipe) 白色，扁圓柱狀，子實體生出後若遇日光即迅速萎縮而死，但在下雨後或水分充足時，又可迅速地產生一新的子實體。菌冠大小爲5~15mm.，菌柄長度約6~9mm.(圖版五，C)。擔子 (Basidia) 呈棍棒狀，大小爲 18~26×5.0~6.5μ，頂端生有4個小柄，上着生四枚擔孢子 (Basidiospores) (圖七，B)。擔孢子爲無色單室，卵圓形或長橢圓形，表面平滑，內有1—2個空胞，大小約7~9.5×4.0~6μ (圖七，A)。





圖七、莖腐病病原菌
A.擔孢子　B.擔子
Fig.7.Marasmius semiustus
A.Basidiospores.
B. Basidium.
(×600)

(6) 討論 (Discussion):

香蕉莖腐病在本省發生雖不太普遍，然一旦發生即被害甚爲嚴重，可使全株死亡。Roger 氏 (36) 之著述中會言 Marasmius musicola Murr. 可

腐生於香蕉上，因缺少其病徵及病原菌形態之資料，因此無法與Marasmius semiustus作一比較。

2. 白絹病 (Sclerotium Disease)

(1) 歷史 (History)：

香蕉白絹病病原菌是一種多犯性的 (Polyxenic)，它除侵犯貯藏中之香蕉引起白絹病外，尚可侵害若干經濟農作物如馬鈴薯、茄子、甜菜、菜豆、大豆、苜蓿、落花生、柑桔及無花果等。此病菌首先由 Leveille 氏 (47) 於 1843 年定名爲 Rhizoctonia centrifuga Lev.。1903年 Bresadola 氏 (47) 發現其完全時代改爲 Corticium centrifugum Bres.。1911年 Saccardo氏 (88) 在蕃茄上發現一種白絹病定名爲 Sclerotium rolfsii Sacc.。1932年 Curzi 氏復發現其有性世代爲 Corticium rolfsii Curzi，後並經證明，Corticium centrifugum 與 Corticium rolfsii 爲同種異名。Weston 氏(69)則謂其擔孢子時期爲 Pellicularia rolfsii (Sacc.) West。1938年平井氏 (87) 報告本省輸日之香蕉因白絹病而引起之損失極爲驚人。

(2) 分佈 (Geographical Distribution)：

遍佈世界各地，歐洲、南北美洲、澳洲、亞洲、日本及本省皆有發生。寄生於香蕉則僅見於日本之報導 (88)。

(3) 寄主植物 (Host Plants)：

可引起62科 174 屬 216 種植物之病害，最普遍者爲烟草白絹病，甜菜白絹病，瓜類白絹病，馬鈴薯黑痣病，花生白絹病及大豆白絹病等。目前本省之銷日香蕉於運輸中亦有白絹病發生，有時甚爲嚴重。

(4) 病徵 (Symptoms)：

於果實表面生褐色，稍微凹陷之病斑，於病斑上生白色絹狀之菌絲層，以後逐漸蔓延到全部果實，不久於菌絲層表面生出白色粟粒狀之菌核，然後菌核變成黃褐色。此病於高溫多濕時在蕉籠中蔓延極爲迅速，只須數天即可使全部果實軟化腐敗。

(5) 病原菌 (The Causal Organism)

Pellicularia rolfsii (Sacc.) West

Basidiomycetes，Polyporales，Thelephoraceae

菌絲體時期 (Mycelial stage)：

Rhizoctonia centrifuga Lev.

Sclerotium centrifugum (Lev.) Curzi

Sclerotium rolfsii Sacc.

擔子體時期 (Basidial Stage)：

Syn. Hypochnus cucumeris Fr.

Hypochnus centrifugus (Lev.) Tul.

Corticium centrifugum (Lev.) Bres.

Corticium rolfsii (Sacc.) Curzi

菌絲呈白色，寬度約3～4μ，於菌絲上形成菌核，菌核最初呈白色，成熟後由黃褐色變爲深褐色，圓形，表面平滑，大小爲 0.4～0.9×0.3～0.9mm.。平均爲 0.59×0.53mm.。菌絲發芽適溫爲32°C左右，11°C左右即不再發芽。菌核發芽適溫爲24～36°C。

(6) 討論 (Discussion)：

本病主要爲香蕉在運輸或貯藏中的病害，運輸時在蕉籠中果手緊密地排在一起，於高溫多濕及通風不良的環境中蔓延最快。雖平井氏 (88) 謂本省輸日之香蕉發生嚴重的白絹病，但在本省的香蕉市場上，據筆者數年之觀察，白絹病之發生並不甚嚴重。

3. 根腐病 (Corticium Disease)

(1) 歷史 (History)：

香蕉根腐病係與香蕉白絹病同爲擔子菌中之 Pellicularia 屬所引起，本病菌亦爲多犯性者，可侵害柑桔類、梨、無花果、蘋果、枇杷、咖啡、桑、山茶、烟草、甜菜、棉、馬鈴薯、茄及菜豆等經濟農作物。其菌絲體時期爲 Rhizoctonia solani Kuhn. 擔子體時期則爲 Pellicularia filamentosa (Pat.) Rogers (69)。

1921年 Matz 氏 (32) 報告在波多黎哥 (Porto Rico) Rhizoctonia solani 可侵害香蕉之根部。1925年 Ashby 氏 (1) 報告在 Gros Michel 香蕉的葉鞘變褐部分分離出 Rhizoctonia solani。1928年 Gadd 及 Bertus (72) 兩氏報告在錫蘭 Corticium vagum B. et C. 爲害一種煮食蕉 (ash plantain) 引起根部腐敗。1947年 Magee氏 (30) 在新南威爾斯報告，Corticium solani 普遍引起香蕉之根部腐敗並危及塊莖，在晚夏及早秋之雨後尤易發生，並且阻碍吸芽的生長，使果實萎縮與黑化。1954年 Sundaram 氏 (65) 報告，Pellicularia filamentosa 可爲害香蕉之葉片。然在本省過去尚無 Pellicularia filamentosa 爲害香蕉植株之記載。

(2) 分佈 (Geographical Distribution)：

病原菌分佈於世界各地。發生於香蕉上者計有錫蘭 (Ceylon)，西印度群島 (West Indies)，波多黎哥 (Porto Rico)，新南威爾斯 (New South Wales) 及本省。

(3) 寄主植物 (Host Plants)：

爲多犯性，被侵害植物約 200 種左右，爲害香蕉之品種計有：Cooking，Gros Michel，在本省被害品種多爲仙人蕉。

(4) 病徵 (Symptoms)：

本病在蕉株任何生長時期皆可發生，一公尺左右之蕉苗被害尤爲劇烈。先於葉片上生水浸狀綠褐色之塊斑，其後其上生白色絹狀菌絲及褐色菌核，終使葉部枯黃萎凋而死。在葉鞘上發生時，先由葉片邊緣向中心逐漸黃化而乾枯，於葉鞘內部生白色邊緣極爲整齊之菌絲層，然後於菌絲層上生粟粒大小之菌核，更有甚多之菌核生於葉鞘之組織內。菌核最初白色，組織鬆軟，以後呈深褐色，組織緻密，終使葉鞘枯萎而死（圖版五，D、接種者）。蕉株於產生果實方被侵害時，則先由老葉片逐漸蔓延到新葉片，使幼小的果實黑化，並且不能成熟。

幼苗之根部及球莖被害時，並無嚴重之影響，雖然許多根部的木栓組織遭受破壞。因重新生出之根系比因病害而失去之根系增加爲快，故病徵不甚明顯。至蕉株結果時，則新根形成之速度較慢，而病害又繼續進行，因此病株乃呈極明顯之萎凋現象。被害嚴重之蕉苗亦有立即死亡者，於其假莖基部上生無數菌核。

(5) 病原菌 (The Causal Organism)：

Pellicularia filamentosa (Pat.) Rogers

Basidiomycetes，Polyporales，Thelephoraceae

Syn. 菌絲時期 (Mycelial stage)：

Rhizoctonia napacae West.

Rhizoctonia rapae West.

Rhizoctonia solani Kuhn

Rhizoctonia betae Eidam

擔子時期 (Basidial stage)：

Hypochnus filamentosus Pat.

Hypochnus solani Prill. et Del.

Corticium vagum Berk. et Curt.

Corticium solani (Prill. et Del.) Bourd. et Galz.

Botryobasidium solani (Prill. et Del.) Donk.

Corticium microsclerotia Weber

Corticium areolatum Stahel

筆者所採到香蕉根腐病之標本，僅見到病原菌之菌絲體及菌核，而尙未見其擔孢子之產生。幼小之菌絲無色，有無數分枝，此種分枝常略呈直角形，並且其分枝的基部稍作縮縊狀。菌絲之寬度約爲7~10μ。菌絲之間常發生結合現象。老菌絲呈淡褐色或褐色，於馬鈴薯培養基上生長甚快，二、三日後即可產生纍纍之菌核，於培養基上獲得之菌核較自然形成於葉鞘內者稍大，大小約1~2.5mm.。

(6) 討論 (Discussion)：

Pellicularia 屬發生於香蕉之果實上形成白絹病，早爲一般人所注意。但 Pellicularia 爲害僞莖及葉鞘，在本省尙爲初次之報導，在國外亦多記載爲害香蕉之根部，對於爲害僞莖及葉鞘，亦缺乏詳盡之記載。筆者於1959年秋於集集附近之洞角却採到是項標本，因別於果實上的白絹病，故採用根腐病之名稱以資區別。數月來經筆者在香蕉果實上數次接種均未獲成功，但於半公尺左右之蕉苗之幼嫩葉鞘上接種，第二日於葉片基部之邊緣即有侵入現象，第三日即形成黃褐色水侵狀之塊斑。病斑上生稀疏之菌絲，與水稻之紋枯病病斑相似，最後於葉鞘組織內產生大量菌核，因此葉片枯死。若接種於花鉢中已栽培約八、九個月，蕉苗高度在一公尺左右之下部幾近枯黃之葉鞘內，於高濕度時亦可侵入蔓延及形成菌核，但較前者爲慢。於被害葉鞘相接連之僞莖上則形成圓形褐色腐敗狀之病斑，最後亦於葉鞘組織內形成大量菌核，而使葉鞘腐敗枯死。但在已成熟之香蕉果實上無論接種時有無傷痍或極高之濕度，均不發病。因此筆者認爲此病菌非一般香蕉果實上的白絹病病原菌，而爲引起根部腐敗與阻碍吸芽生長之Pellicularia filamentosa，即前人所謂Corticium vagum B. et. C. (Rhizoctonia solani) 所引起，目前正在培養試驗中。Bertus 氏 (69) 謂潮濕的氣候，可增加病害之感染，亦與筆者所觀察者相同。

Ⅳ. 不完全菌類病害 (Diseases Caused by Imperfect Fungi)

1. 圓星病 (Cordana Leaf-Spot)

(1) 歷史 (History)：

本病由 Zimmermann 氏 (72) 首先於1902年發現，定名爲Scolecotrichum musae Zimm.，後經 Hohnel 氏於1923年改爲 Cordana musae (Zimm.) Hohn. (24)。澤田氏於1927年由東勢採得是項標本，但一般之病斑較小，氏於 1943 年發表於臺灣菌類調查報告第 8 編，定名爲Scolecotrichum musae Sawada. 視爲一種香蕉新病害，稱之爲圓星病。

(2) 分佈 (Geographical Distribution)：

Brazil，Ceylon，China (Taiwan)，Colombia，Fiji，Gold Coast，Guadeloupe，Guatemala，Haiti，Ivory Coast，Java，Malaya，New Caledonila，Peru，Queensland，Sierra Leone，Surinam，Tanganyika Territory，Trinidad 等地。

(3) 寄主 (Host Plants)：

Musa cavendishii L.，Musa sapientum L.，Musa Banksii。在本省以及仙人蕉、矮脚蕉等品種被害較多。

(4) 病徵 (Symptoms)：

本病爲害香蕉之葉片，最初於葉片表面生大小約1mm.左右圓形或橢圓形甚至紡綞形之病斑，病斑之普通大小爲3~5mm.，背面有在白色薄層，有的病斑以後擴大呈卵圓形，大者可達20×15mm.左右 (圖版五，E)，此時病斑大部呈灰褐色或橙黃色，邊緣則呈深褐色，有的病斑生少數異常明顯之輪紋，幼小蕉株被害時，雖其所生之病斑不甚明顯，但褐色之邊緣則異常淸晰。老熟之病斑背面呈灰褐色，並有黑褐色之黴狀物，即爲 Periconia 病菌第二次寄生所致。

此病常與黑星病伴生 (63)，然黑星病之胞子腔多生於葉表，本病原菌之分生孢子堆則生於葉片

背面。本病之病斑大型者有時與香蕉輪斑病病斑相似。惟輪斑病之孢子堆，多生於表面，並且其孢子堆排列成同心輪紋狀，本病病斑則僅生於葉背散生或聚生而無輪紋現象。

(5) 病原 (The Causal Organism)：

Cordana musae (Zimm.) Hohn.

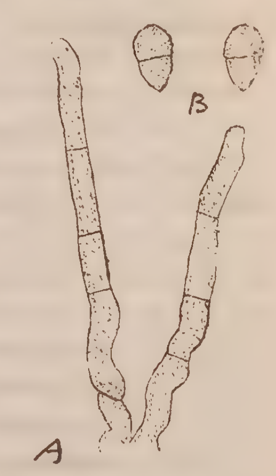
Imperfect Fungi, Moniliales, Dematiaceae

Syn. Scolecotrichum musae Zimm.

Scolecotrichum musae Sawada

分生孢子柄 (Conidiophores) 單生或2～3條叢生，圓柱狀或稍微彎曲，頂端常有許多小形之突起，具有4～7個隔膜，大小爲82～190×3.0～4.0μ (圖八A)。

分生孢子 (Conidia)：呈卵圓形，頂端稍作圓形，基部有尖細之小形突起，無色，或稍呈橄欖色，中央處有一隔膜，該處縮縊甚爲明顯，大小爲12.3～18×7.0～10.5μ (圖八，B)。



圖八、圓星病病原菌
A. 分生孢子柄
B. 分生孢子
Fig. 8. Cordania musae
A. Conidiophores
B. Conidia (×600)

(6) 討論 (Discussion)：

本省之香蕉圓星病多發生於秋冬兩季，初春亦有發生但爲數較少。1934年於千里達 (Trinidad)，1936年於斐濟島 (Fiji) 皆曾普遍發生，惟被害並不十分嚴重，然在世界各產蕉區之分佈則極爲廣汎。

據澤田氏之記載 (58) 本省發生於矮脚蕉之圓星病之病原菌爲一新種，並定名爲 Scolerotrichum musae Sawada。但據筆者之觀察，實與 Zimmermann 氏之 Scolecotrichum musae 無甚差異。Simmonds 氏記載 (72) Scolecotrichum musae Zimm. 孢子之大小因地區而稍有差異，彼曾由昆士蘭 (Queensland)，爪哇 (Java)，錫蘭(Ceylon)等地取得之分生孢子作一比較。澤田氏所記載S. musae其孢子大小之範圍亦未出Simmonds氏記載之範圍。彼記載病斑爲圓形大小爲1～3mm. 筆者見到之標本，末期爲長紡綞形，大者可達17×8mm. 況澤田氏於報告中 (58)並無記述 S. musae Sawada 與 S. musae Zimm. 有何不同之處。故筆者主張兩菌乃爲同種。S. musae Zimm.已經被Hohnel 氏改爲Cordana musae(Zimm.)Höhn.，並已被各學者所承認。

Wardlaw 氏 (72) 於1934年報告，在千里達 (Trinidad) 的香蕉圓星病病斑上，約有20種左右之病菌作第二次寄生。在本省亦有此種情形發生，惟其菌類僅見到 Periconia，並多生於老大之病斑背面，幼小之病斑上，則發生甚少。

據 Simmonds 氏 (72) 報告謂本病原菌多係第二次寄生。筆者於今年 (1960) 春在天冷一蕉園中發現極爲嚴重之圓星病，每一蕉株之葉片悉數爲病斑所佈滿，被害之老葉片全部枯死。觀察該蕉園之環境因施用堆肥甚多，地表面全部爲堆肥所遮蔽達半尺之深，地上亦腐生甚多之傘菌類，是時適値雨後不久，空氣中濕度較高，或即引起圓星病猖獗之原因。其他地方位於廐肥附近之蕉株發病亦多。

2. 黑斑病 (Helminthosporium Black-Spot)

(1) 歷史 (History)：

本病最初由 Sydow 氏 (58) 於1909年在巴西已死的 Musa sapientum 香蕉葉片上發現，定名爲 Brachysporium torulosum Syd. 刊載於 Hedwigia 49 期中。1913年 Ashby 氏(72) 在牙買加 (Jamaica) 之 Gros michel 香蕉品種上發現一種葉斑病，定名爲 Cercospora musarum Ashby。1914年 Torrend 氏(72)於 Bahia及Brazil 兩香蕉品種 (M. sapientum) 上採到一種病害，定名爲 Helminthosporium nodosum Torrend，後經證明即是本病菌之同種異名。1916 年 Petch 氏於錫蘭 (Ceylon) 的煮食用蕉上 (Musa paradisiaca) 發現本病。

1917年 Bunting 氏於 Gold Coast 的香蕉吸芽上，1924 年 Ogilvie 氏在 Bermuda 之香蕉果實上，均發現本病菌引起嚴重的病害。1928 年 Ashby 氏 (72) 對本病原菌重行定名爲 Helminthosporium torulosum (Syd.) Ashby。本病菌在菲律賓並可引起馬尼拉麻的莖腐病 (72)。本省對此病有記載可參攷者，則始於1919年澤田氏於烏來採得是項標本。

(2) 分佈 (Geographical Distribution)：

Bermuda，Brazil，British Guiana，Guadeloupe，Guinea，India，Italian Somaliland，Jamaica，Peru，Philippines，Porto Rico，Queensland，Sierra Leone，Surinam，Taiwan Trinidad。

(3) 寄主植物 (Host Plants)：

Musa sapientum L.，Musa paradisiaca L.，Musa cavendishii L.，Musa textilis Nee。在本省之仙人蕉，冰淇淋蕉，粉蕉被害較多，Ammo，Blue Field，Gold King，Latundan，Popula，Susu等香蕉品種亦有發生。

(4) 病徵 (Symptoms)：

最初於葉片上生大小約2×1mm. 之橢圓形或圓形黑褐色病斑，多數沿葉脈擴大成橢圓形，菱形或紡錘形，一般大小爲20×11mm.，中央爲藁色橢圓形，周圍有寬約1～3mm. 之黑褐色邊緣，與健全組織交界處，則具有寬約 2mm. 之黃色暈環。病斑表面呈茶褐色，並有2～9層波浪狀之同心輪紋。病斑背面呈藁色或深褐色，輪紋不太明顯。病斑生於近中肋處，亦有接近葉片邊緣者，後期病斑常向葉片邊緣延伸，呈深黑色皺縮而乾枯（圖版五，F）

(5) 病原菌 (The Causal Organism)：

Helminthosporium torulosum (Syd.) Ashby

Imperfect Fungi，Moniliales，Dematiaceae

Syn. Brachysporium torulosum Syd.

Helminthosporium nodosum Torrend

病斑之表裏兩面所生之灰褐色或黑褐色黴狀物即病原菌分生孢子柄及分生孢子。

分生孢子柄(Conidiophores)：呈黑褐色，短棒狀，直立，具2～6個隔膜，大小約42～137.6×7.0～10.5μ，頂端常膨大呈頭狀，上着生卵圓形之分生孢子（圖版六，B），俟孢子脫落後，復由孢子柄第一室之基部伸出如軸狀之孢子柄（圖版六，C），其頂端亦膨大成圓形上生一新分生孢子。如此有一孢子脫落，即由其下方伸出一節孢子柄，故整個孢子柄之外觀呈套節狀（圖版六，D）其結狀之膨大部直徑約 10.5～17.5μ。此爲本病原菌孢子柄之最大特徵，與一般之 Helminthosporium 之孢子柄不同處。

分生孢子 (Conidia)：淡黃色或黃褐色，多呈卵圓形或圓椎狀，頂部鈍圓，基部較寬着生於孢子柄頂端，孢子之基部，並有臍狀之突起，具2～5個隔膜，隔膜處縮縊不顯著，孢子之壁膜甚厚，呈深褐色或褐色（圖版六，A）。當細胞內原生質收縮時，內含物即呈不規則之多角形或方形，孢子之大小約21.0～66.5×14～24.5μ。

(6) 討論 (Discussion)：

香蕉黑斑病在本省發生並不太普遍，過去澤田氏曾於1919年在烏來採得此病之標本。筆者近數年來，雖經常赴各地採集，但很少獲得純粹及優良之標本。最近方於省立農學院試驗栽培區之冰淇淋香蕉 (Ice-cream) 上始獲得優良之標本。

據 Wardlaw 氏 (72) 與 Roger 氏 (38) 之報告：寄生在香蕉上的 Helminthosporium 共有六種即① Helminthosporium gibberosporium Curzi 在 Italian Somaliland 發生於矮脚蕉 (Cavendish Banana) 上引起斑點病(72)；②Helminthosporium nodosum Torrend 爲1914年Torrend 氏所記載在 Bahiae與巴西兩地發生於一般生食種香蕉上，但不久即知爲 Helminthosporium torulosum 之同種異名(53)；③ Helminthosporium parasiticum Sacc. et

Berl. 在非洲之聖湯姆(Sao Tome) 寄生於 Musa viventis上 (44) ; ④ Helminthosporium torulosum (Syd.) Ashby 寄生於香蕉葉片上，形成黑斑病 (Black spot) ，寄生於香蕉果實上形成黑蒂病 (Black-tip) 即爲本病之病原 ; ⑤ Helminthosporium sacchari Bult. 在甘蔗上引起眼點病 (Eye spot) ，本省早已發現，但在香蕉上與其他菌類同時發生，引起僞莖及果指末端的腐敗 ，在本省尙未見有報告 ; ⑥ Helminthosporium musae-sapientum Hans. 在烏干達 (Uganda) 發生於香蕉果實上 (37) 。

在以上六種 Helminthosporium 中 ②爲④之同種異名已無問題。⑤與⑥寄生於香蕉果實上，本省尙無記載。筆者雖經常去市場搜集已病之香蕉果實亦從未發現。至於①、③兩種在本省有發生之可能。筆者經常於檢查香蕉葉部病害時看到由 Helminthosporium 孢子引起之病徵，其病斑多生於靠近葉片之邊緣，褐色圓形或橢圓形，大小約7～21×3.5～12mm.，其孢子柄及孢子之形狀與一般模式的 Helminthosporium 屬相同。孢子柄黃褐色或深褐色，長棒狀，正直或作膝狀彎曲，基部稍寬，頂端鈍圓，上有孢子脫落之痕跡，具5～12個隔膜，大小爲175～276.5×4.65～7.0μ 。分生孢子，棒狀或稍彎曲，兩端鈍圓，未成熟者無色，已成熟者呈黃褐色，具 3～10 個隔膜，隔膜處無縊縮。大小爲48.5～105×9.8～17.5μ 。着生此種 Helminthosporium 之病斑上，常有Alternaria 腐生。據筆者之臆測，可能係由 Helminthosporium gibberosporium 引起。因缺乏資料可考故不能作詳細之報導。

3. 細線病 (Cercospora Streaking Spot)

(1) 歷史 (History) :

香蕉細線病乃澤田兼吉氏於1909年採集於臺北之矮脚蕉 (Musa cavendishii L.) 上，1943年發表於臺灣菌類調查報告第八編，並定其學名爲 Cercospora musaecola Saw. 認爲係一種香蕉新病害。藤黑與三郎氏於1915年，黑澤英一氏於1918年亦先後於臺北採得是項標本。澤田氏於報告中並附記 Cercospora musaecola 與主要寄生於甘蔗但亦可爲害香蕉之 Cercospora Kopkei Krug. 及 Cercospora longipes Butl. 兩病菌之不同處，然並未提及本病菌與引起香蕉葉斑病之 Cercospora musae Zimm. 在病徵及病原之形態上有何區別。因此常被人誤以爲目前本省最猖獗之葉斑病即由Cercospora musaecola 所引起。實則香蕉細線病在本省發現甚少，不若葉斑病之普遍發生於本省各蕉園，且引起香蕉生產之嚴重威脅也。

(2) 分佈 (Geographical Distribution) :

臺北、臺中 (Taipei & Taichang, Taiwan)

(3) 寄主植物 (Host Plants) :

臺灣就中部所栽培之仙人蕉而言，細線病於各蕉園中所見極少，惟於省立農學院之香蕉園內被害較多，據筆者調查其被害品種計有下列 : Ambon， Ammo， Assam， Awak， Boyang， Brazilian，Cooking，Kobok，Ice-Cream，Lacatum，Latundan，Malaca，Monkey，Nipah，Pendek，Porto Rico，Pitogo， Popul， Rastali， Sabua，Saribu， Spain， 冲繩蕉，矮脚蕉，仙人蕉等。

(4) 病徵 (Symptoms) :

於葉片上生條形黃褐色大小約3～10×0.3～0.6mm.之病斑，此種病斑多發生於接近葉片邊緣並與橫出葉脈平行，單生之病斑較細長，密集之病斑則較粗短。病斑表面呈黃與褐相間之模糊塊狀駁斑，病斑背面則呈黑褐色條狀，極爲淸楚。肉眼下並可看到少數黴狀物。末期若干病斑相癒合，長度可達15mm.，寬度亦有達 1.5mm. 以上者，最後病斑背面呈黑褐色並稍高出於葉片表面，病斑周圍首先枯萎終致整個葉片死亡 (圖版六，E) 。

(5) 病原菌 (The Causal Organism) :

Cercospora musaecola Sawada

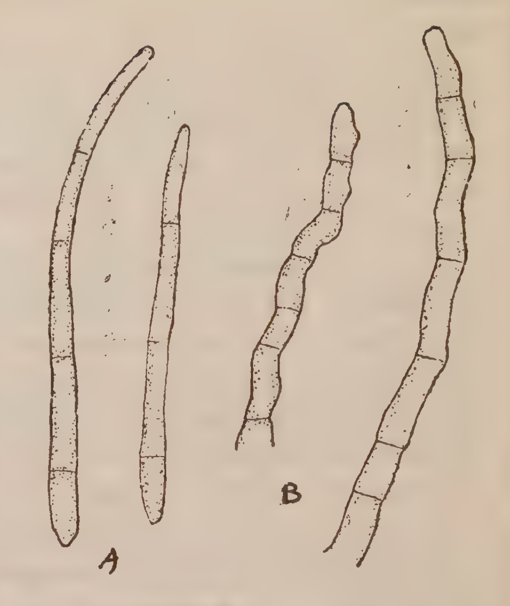
Imperfect Fungi， Moniliales， Dematiaceae。

病原菌生於葉片背面，分生孢子柄單生或數本叢生，呈長棒狀，深褐色，直立或稍有彎曲，頂端顏色較淡，具有數個胞子脫落痕跡。基部較寬大，大小為 60～200×2.0～4.5μ 具3～7個隔膜（圖九，B）。

分生孢子（Conidia）：呈倒棒狀，稍作弓曲，無色，具3～8個隔膜，大小為 42～125.5×3～6μ（圖九A）。

(6) 討論（Discussion）：

香蕉細線病在本省發生並不普遍，因係本省在香蕉上特有之 Cercospora 病害，恐若干人士誤以為目前蕉園中最流行之條形葉斑病即香蕉細線病故特別提醒有關人士之注意。目前本省在少數蕉園中所發生之細線病與澤田氏之原始記載已稍有出入，目前之細線病比澤田之記載者病斑較小而病斑後面之黴狀物於肉眼下亦不易辨識。且孢子柄有少數係單生於菌絲上者，孢子之脫落痕跡亦少，是否因經50餘年來之栽培環境、香蕉品種及病菌本身之變異等差異所引起，尚待繼續研究，始獲得正確之結論。惟病斑與葉斑病則截然不同。



圖九、細線病病原菌
A. 分生孢子 B. 分生孢子柄
Fig. 9. Cercospora musaecola
A. Conidia; B. Conidiophores.
(×600)

筆者1959年10月於嘉義農試所之龍芽蕉上採到另一種由 Cercospora 引起之葉部病害，病徵極似細線病，所不同者，此種病徵葉片表背兩面皆生極厚之黑褐色黴層，其孢子柄由5～30餘條叢生，孢子柄長者可達200μ，且膝狀節多達20個左右，然其孢子則較短而小，僅 28～70×4.2～7.0μ，隔膜亦只3～4個，筆者認為係另一種 Cercospora 所引起，現正在培養試驗中，俟研究後再作詳細之報導。

4. 黑星病（Black Spot, Freckle）

(1) 歷史（History）：

本病最初發生於印度（55），1917年夏威夷（Hawaii）普遍發生於矮脚蕉上，但損失並不嚴重。1918年在菲律賓除發生於未成熟之食用蕉及煮食蕉外，並發生於馬尼拉麻（Abaca）上。本省對黑星病之記載則始於1913年澤田兼吉氏（55）。1934年逸見武雄氏及1938年平井篤造氏（87）均記載由本省輸日之香蕉所發生之黑星病極為普遍。

(2) 分佈（Geographical Distribution）：

Ceylon，Congo，Fiji，Hawaii，India，Japan，Georgia（U. S. A.），Island of Mindanao（Philippines），Santo Domingo，Taiwan 等地。

(3) 寄主植物（Host Plants）：

被害植物為食用蕉及馬尼剌麻（Abaca）。被害香蕉品種計有 Ambon，Ammo，Brazilian，Bungulan，Glod King，Janbsk，Lacutum，Malaca，Pitogo，Ristali，Spain 仙人蕉，冲繩蕉等。

(4) 病徵（Symptoms）：

本病發生於葉片、幼果及成熟之香蕉果實上。無論在葉片或果實上，本病發展甚為迅速，最初生灰褐色或深褐色之圓形小點，在幼小之果實上，此點即迅速變為黑色，發育成病原菌之孢子孢，在葉片或成熟果實上，於深褐色病斑之中央生一黑色小點，呈圓形，大小約 1mm. 左右，此即為病菌之孢子腔。孢子腔成熟後有口孔突出，葉片或果實表面以手摸之，如砂紙般的粗糙故有 Freckle之名稱。果實上發生嚴重時果皮完全為病斑所遮蔽，每個病斑均被窄狹的黃褐色水浸狀的環帶所圍繞，因此病

斑稍微凹陷，終使果皮軟化而侵及果肉(圖版七，A)。在葉片上者皆發生於葉表，破害輕微者，有的地方密集有的地方稀疏甚至沒有。嚴重時密密麻麻，佈滿全葉毫無空隙，如一片黑色砂紙，（圖版六，F）。有的被害葉上無數病斑排列成帶狀，此種情形乃由於葉片表面經過充滿孢子之雨水冲洗後而發生者。葉片中肋之附近病斑特多，有時由中肋向葉緣方向分佈成帶狀。

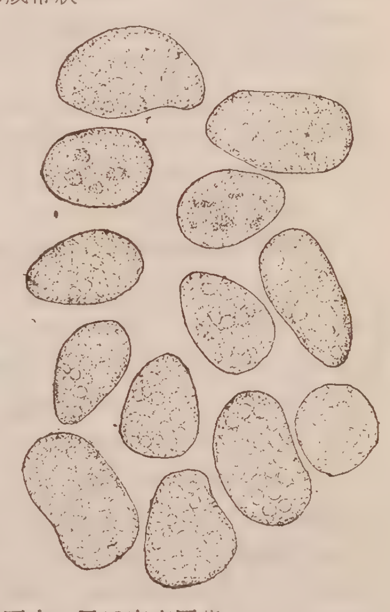
（5） 病原菌（The Causal Organism）：

Macrophoma musae (Cke.) Berl. et Vogl.
Imperfect Fungi, Sphaeropsidales,
Sphaeropsidaceae。

Syn. Phoma musae Carpenter
Phoma musarum Cke.
Phoma musae (Cke.) Sacc.
Sphaeropsis musarum Cke.
Dothidea musae Klot.
Phyllachora musae (Klot.) Sacc.

被害葉片上許多黑色具有光澤之點狀物，細視之乃是由數個小黑點組成，每個小黑點即爲一個孢子腔，最初埋沒於組識中，呈球形、扁球形或亞圓椎形，有明顯的口孔 (Ostiolum)，有的口孔則欠清晰。孢子腔成熟後乃衝破寄主之表皮，使口孔及孢子腔之上部裸露於外，呈黑褐色。埋藏於組織內部者顏色則較淡，孢子腔大小爲70～160×50～155μ，平均爲 140μ（圖版七，B）。

腔孢子（Pycnidiospores）：呈圓形、橢圓形、長橢圓形或卵形，無色，內有多數濃厚之顆粒，外表附有一層透明的外膜，孢子大小爲9～34×6～14μ（圖10）。



圖十、黑星病病原菌
各種形態之腔孢子
Fig. 10. Pycnidiospores of Macrophoma musae (×600)

（6） 討論（Discussion）：

① 發生情形：本病於氣候潮濕、蕉株密植及通風不良之情形下最易發生。孢子藉風力或雨水以行散佈。栽培於平地之香蕉多患此病，尤其蕉園中水分過多，是促使病菌蔓延傳播的主要因子。乾旱季節則爲害比較輕微，因本省終年有此病發生，故應視爲嚴重病害之一。

② 本病因終年發生於葉片及果實上，尤其在果皮變黃時發病更爲猖獗，因此在貯藏及輸日之香蕉中，蒙受甚大損失，實爲香蕉重要病害之一。本病輕者雖不侵害果肉，但影響果實外觀，故有黑星病之香蕉不能外銷，其內銷之價格亦較健全者大爲降低。

③ 病原菌之探討：本病病原菌，過去雖有Phoma musae Carpenter, Phoma musarum Cke.，Phoma musae (Cke.) Sacc.，Sphaeropsis musarum Cke.及 Phyllachora musae (Klot.) Sacc. 等許多學名，但這些名稱於 1926 年已全部被 Reinking 氏 列爲Macrophoma musae (Cke.) Berl. et Vogl. 之同種異名。在夏威夷（Hawaii）Carpenter氏（72）記載病原菌 Phoma musae Carp. 有大型之孢子腔及小型之精子器存在，精子作棒狀大小爲 2～7×1～2μ。此種精子在本省則甚少發現，僅見有大小迥異之孢子腔而已，腔孢子在蒸餾水中經1～2日即可發芽，因此黑星病於潮濕及落雨之氣候中，生長蔓延甚快。

④ 防治概況：在夏威夷（Hawaii） Gros Michel 品種具抵抗性，中國矮蕉則爲罹病性，上述之兩品種在本省栽培甚少，一般之食用蕉則普遍爲感染性。

對本病之防治方法，除採集被害葉片集體燒燬外，更應避免密植及栽培於過濕地方。雖然防止風吹雨打爲阻止孢子傳播蔓延之良好方法，但目前在臺灣此項設備則較差。掛袋可減少行將成熟香蕉之

被害，但對幼小之果實，則無法實施。於葉片上發生時，可噴以 0.4 式波爾多液，以防病菌之蔓延。

筆者最近做香蕉黑星病之手切片時，發現於胞子腔上生有大量之分生孢子柄存在（約20條左右），其孢子則爲 Cercospora 型。完全世代之子囊殼上生有不完全世代之分生孢子不乏其例，如 Helminthosporiam oryzae Breda de Haan. 生於 Cochliobolus miyabeanus (Ito et Kuribay) Dickson 之子囊殼上（14）。Ramularia生於Mycosphaerella fragariae (Tul.) Lind. 之子囊殼上（18）。但不完全世代之分生孢子柄及分生孢子生於另一種不完全菌之孢子腔上則極爲少見。筆者所見之 Cercospora 絕非腐生者，因其下部之孢子腔有的尙未十分成熟，被害之葉片尙呈鮮綠色，此確爲有趣之問題，俟作進一步研究後，再作詳細之報導。

5. 黑腐病 (Botryodiplodia Fruit-Rot)

(1) 歷史 (History)：

香蕉黑腐病乃由 Botryodiplodia theobromae Pat. 所引起，此病原菌爲 Patouillard 氏（45,50）於 1892 年首先報告爲害可可的果實。1909 年 Griffini 及 Maublanc 兩氏記載可爲害 Albizzia 屬（合歡屬）、甘蔗、檬果及木瓜等。並改學名爲 Lasiodiplodia theobromae Griff. et Maubl.。關於爲害香蕉，大約開始於1913年 Ashby 氏之記載。至 1931～1932 年間 Wardlaw 氏（70,71）對本病方有詳盡之報導。

(2) 分佈 (Geographical Distribution)：

Amazon Valley，Belgium，Bermuda，Brazil，Britsh Empire，Cameroons，Congo，Ceylon，Colombia，Dutch E. Indines，England，France，Gold Coast，Indo-China，India，Ivory Coast，Java，Kenya，Madagascar，Malaya，Martinique，Mauritius，Montserrat. New Guinea，Nigeria，North America，Nyasaland，Philippines，Queensland，Rhodesia，Sierra Leone, St. Lucia，St. Thomas Island，Sumatra，Taiwan,Tanganyika Territory，Trinidad等地（包括病原菌之其他寄主分佈）。

(3) 寄主植物 (Host Plants)：

Albizzia falcata Back.（麻六甲合歡），Anona squamosa L.（蕃荔枝），Apple Avocado，Banana，Cacao，Choisya ternata，Citrus，Coconut，Coffee，Cotton，Erythrina(刺桐類)，Grape fruit，Grevillea robusta A. Gunn（銀樺），Hevea brasiliensis Muell.（橡膠樹），Kolanut，Lime，Maize，Mango，Oil-palm，Papaya，Passiflora edulis Sims（西番果）。本省之香蕉以仙人蕉罹病較爲普遍。

(4) 病徵 (Symptoms)：

本病多發生於夏季，在果軸上引起軸腐病，在果柄及果指上則引起落指、頂腐或汚斑。主要的病徵則爲在果指上形成黑腐，此爲香蕉在夏季貯藏及運輸中最流行的傷痍感染病害，其發病所需要之溫度較香蕉炭疽病尤高，大約在31°C 左右（95）。

黑腐病之發生，最初起源於腐敗的花被或花柱之內部，由此處逐漸向果實頂部擴展蔓延，使果皮呈墨黑色，當果實成熟時，此黑色腐敗部份可達全果指的三分之二甚至全部。果皮變黑軟化並皺縮，果實表面或表皮下出現黑色之顆粒，此即病原菌之孢子腔。

在適宜的大氣濕度下，常在黑化、皺縮及已形成孢子腔的果皮上產生極爲稠密、綠灰色或鼠灰色之菌絲層，將果皮遮蔽。被害嚴重者，果指軟化腐敗成半液化狀態，並發生甜的氣息，但失却食用價値。在同一果指上雖蔓延甚快，但果指與果指間的感染，則需時間較長（圖版七，C）。

(5) 病原菌 (The Causal Organism)：

Botryodiplodia theobromae Pat.

Imperfect Fungi，Sphaeropsidales，Sphaeropsidaceae。

Syn. Lasiodiplodia theobromae (Pat.) Griff. et Maubl.

孢子腔 (Pycnidia)：生於被害果實的表面或稍凹陷於表皮下，初生即爲黑色，肉眼下略作圓形，以後體積逐漸擴大，在環境條件適宜時（夏季），體積可達270～405×175～337μ，氣溫稍低時（秋季）孢子腔體積爲108～310×108～283.5μ。於顯微鏡下，胞子腔呈梨形、橢圓形，圓形或不規則狀，個個分離，亦有數個連在一起者。具有口孔，但不甚明顯（圖版七，D）。

腔孢子 (Pycnidiospores)：生於孢子腔內之短孢柄上，最初無色、單室，成熟後變爲褐色，具有一隔膜，隔膜處無縊縮，大小爲21～31.5×10.5～13.3μ（未成熟孢子，圖十一）。



圖十一、黑腐病病原菌之腔胞子
Fig. 11. Pycnidiospores of Botryodiplodia theobromae. (×600)

(6) 討論 (Discussion)：

本病於夏季及秋季皆可發生，惟夏季較爲嚴重，於貯藏中高溫多濕時發生尤多，在運輸中若通風不良、氣溫過高、濕度過大時蔓延尤爲迅速，在批發市場或果攤上，於夏季每日皆可發現，惟數量並不太多，因果販一旦發見此病即由果手割下拋棄之或攏於腐爛果實堆內出售。本病之發生雖不如炭疽病之普遍，但一經發生內部之果肉即腐敗甚至液化而不堪食用，故應視爲嚴重病害之一。

本病之病原 Botryodiplodia theobromae 爲 1892 年 Patouillard 氏所定名，可寄生於許多重要經濟植物上。1909 年 Griffini 與 Maublanc 雖改名爲 Lasiodiplodia theobromae Griff. et. Maub. 惟後人皆少用之。在 Clements 氏之著述中 (7) 並無 Botryodiplodia 一屬，對 Lasiodiplodia 一屬亦未作詳細之記載。

松本巍教授 (95) 謂本省香蕉上尚發生一種與黑腐病極爲相似之病害，係由 Dothiorella bibis Gros. et Dug. 引起之果實腐敗病，據松本巍氏及 Wardlaw 氏轉載 Reichert 與 Hellinger 兩氏之報告今比較黑腐病與果頂腐敗病如下：

病害種類	黑腐病 (Botryodiplodia fruit-rot)	果頂腐敗病 (Dothiorella fruit-rot)
病原菌	腔胞子二室，褐色。	腔孢子一室，無色
發生情形	發生於夏季高溫多濕時約31° C左右	發生於晚秋或冬季、夏季甚少
感染情形	傷痍感染	在收穫前即發病
被害部表面	果皮軟化稍呈皺縮狀	表面較粗糙並似附着一層白粉
初期病徵	果頂一片黑褐色	出現黑褐色斑點

兩者之相同處爲皆先自果頂開始發病，且最初皆呈黑褐色。

據 Wardlaw 氏記述 (71) 在 Assam 地方發生於 Musa sapientum 已乾枯之果實上的 Diplodia musae Died. 可能是 Botryodiplodia theobromae 之異名，因兩者之孢子腔及腔孢子之形態及大小概略相同。

Barnett 氏(2)謂如只見未成熟的腔孢子時 Botryodiplodia、Dothiorella 及 Macrophoma 三者甚易混淆。是以本病之病原菌在其腔孢子未成熟前是極難斷定爲黑腐病或由 Dothiorella 所引起者。

6. 輪斑病 (Ring Spot)

(1) 歷史 (History)：

1912年 Spegazzini 氏 (53) 於阿根庭 (Argentina) 之香蕉上發現此病定名爲 Pestalozzia lepregena Speg. 本省發現此病則始於1942年 (58)。據 Wardlaw 氏之報告 (72) 本病發生較少，爲害比較輕微，故不予重視。但於臺灣省立農學院之蕉園中則發生極爲普遍。至於一般蕉園中本病

尙未達嚴重之程度。

(2) 分佈 (Geographical Distribution):

Argentina, Brazil, Colombia, England, Jamaica, Sierra Leone, Trinidad, Taiwan, West Indies。

(3) 寄主植物 (Host Plants):

Citrus paradisi Macifadien, Mangifera indica L., Musa cavendishii L., Musa sp., Musa textilis Nee. Persea americana Mill。被害之香蕉品種計有 Apple, Canary, Ice-Cream, Janbsk, Jibok, Kobok, Pitago, Radja, Sabua, Soe-coe, 仙人蕉、北蕉、粉蕉等。

(4) 病徵 (Symptoms):

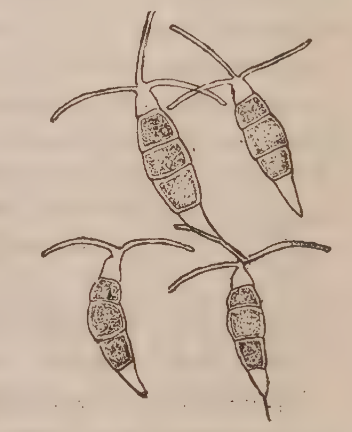
本病多發生於仲夏至秋末之際，於葉片上生橢圓形或不規則橢圓形病斑，大小約 14~80×5~25 mm.。病斑最初呈黃褐色，以後病斑逐漸擴大，邊緣亦隨之加深而呈深褐色，中央 2-6×2-4mm. 處爲灰白色無輪紋，由此處至病斑之外緣，每隔 1mm.左右，即有極清晰之波狀同心輪紋，後期於此輪紋上聚生或散生無數直徑約0.5mm.大小之漆黑色之小點，即爲病菌之孢子褥 (Sporodochia)。病斑背面除中央部份及邊緣呈深褐色外，其餘地方均呈灰褐色，無黑色小點產生。當病斑枯死時，葉片組織極爲脆弱，常由病斑中央破裂（圖版七，E）。亦有若干病斑發生於葉片邊緣者，病斑則與前者相似（圖版七，F）。

(5) 病原菌 (The Causal Organism):

Pestalotia (Pestalozzia) leprogena Speg.

Imperfect Fungi, Melanconiales, Melanconiaceae。

孢子褥生於病斑之表面，最初埋藏於寄主表皮下，呈灰黑色，成熟後突破表皮而散溢於病斑表面，呈黑褐色，其大小爲135~222μ。分生孢子 (Conidia) 爲長紡綞形，具有四隔膜，中央三室呈深褐色，兩端者透明無色。中央之三室其大小爲12~15×6.5~8μ，頂端細胞上具三條鞭毛，無色或稍呈淡綠色，大小爲 15~20×1μ，基部之細胞無色，具有錐狀之尾部，大小約爲7~8μ（圖十二）



圖十二、輪斑病病原菌之分生孢子
Fig.12.Conidia of Pestalotia leprogena (×600)

(6) 討論 (Discussion):

本病多發生於夏秋兩季，一般爲害長成之葉片，幼嫩之葉片被害較少，於潮濕園地發生較多。嚴重時病斑沿橫出之側脈向兩端延長成帶狀使葉片破裂而枯死。此病在本省一般之蕉園內發生並不太普遍，然發生於馬尼刺麻上者則甚爲嚴重。

據 Spegazzini 氏記載 (72) Pestalotia leprogena 尙可寄生於 Musa sapientum 與 Musa pedicellata ex Brasilliai 等之成熟果實上，於本省則均未發現。又 Wardlaw 氏記述由香蕉果實之 Pitting diseases、Spotting diseases 及 Main stalk-rot 中亦可分離出本病原菌，然據筆者之觀察於未成熟或已成熟之香蕉果實上很少有本病菌之存在。

據澤田氏 (58) 謂本病原菌之孢子褥着生於病斑兩面，筆者經多次觀察，均未見病斑背面有孢子褥存在，如偶有存在，亦爲後期腐生者，因其孢子褥形狀大小顏色與表面者迥異。

一般說來，本病並非普遍之病害，但在某些蕉園中歷年皆有發生且被害品種亦甚廣泛，嚴重時可阻止植株之發育，使之生育衰弱，故亦爲一種不可忽視之香蕉病害。

Wardlaw 氏 (72)、Roger氏 (37) 及 Deighton氏 (13) 均記載 Pestalotia leprogena Speg. 主要於果實上作第二次寄生引起軸腐及斑點病，寄生於葉片上之情形較少，此外 Pestalotia 屬

寄生於葉片者有 Pestalotia funerea Desm，Pestalotia fuscescens var. sacchari Walker 及 Festalotia sp. 共三種。Pestalozzia funerea 除寄生於香蕉葉片外，尚寄生或腐生於許多高等經濟植物上。Pestalotia fuscescons var. sacchari 與 Nigrospora oryzae 則常伴隨 Helminthosporium torulosum 而生，但引起病害者主要為 Helminthosporium toruulosm 而非 Pestalotia fuscescons var. sacchari。至於 Festalotia sp. 則多營腐生，對香蕉之生產影響甚微。

五、線蟲病害 (Nematode Disease)

線虫根瘤病 (Nematode Root-Knot)

1. 歷史 (History)：

1887年 Goeldi 氏 (107) 在巴西的咖啡根部發現一種線蟲，定名為 Meloidogyne exigua。1872年 Greeff 氏 (107) 於德國之禾本科牧草之根部發現一種線蟲定名為 Anguillula radicicola。1880年 Muller 氏 (107) 於 Dodartia orientalis 的根部發現與 Greeff 氏記載相同之根瘤線蟲，乃定名為Heterodera radicicola (Greeff) Muller。1913年澤田兼吉氏 (108) 謂引起本省之香蕉萎縮病之病原甚多，線蟲 Heterodera radicicola Greeff 為主要病原之一。1928年 Ocfemia 及 Calinisan 兩氏及1931年 Calinisan 氏 (72) 曾報告在菲律賓之 Heterodera radicicola可引起馬尼拉麻之根瘤病，氏並謂雖然此線蟲與香蕉萎縮病同時發生，但與萎縮病並無直接關係。1932 年 Goodey 氏 (107) 認為 Heterodera radicicola (Greeff) Muller 與 1879年 Conu 氏所定名之 Anguillula marioni 乃屬同一線蟲，故改名為Heterodera marioni (Conu) Goodey。Westcott氏 (73) 謂香蕉之根瘤病乃由 Heterodera marioni 所引起。

1939年Sherbakoff 氏(107)在美國研究根瘤線蟲對各種植物之寄生情形，乃發現 Meloidogyne 屬線蟲有若干系統上的差別。1949年 Chitwood氏(107) 對各系統間作形態差異之比較，乃把根瘤線蟲之屬名由Heterodera屬改為1887年Goeldi氏定名之Meloidogyne屬，並把Heterodera marioni 種名廢棄不用而新創四種及一變種，氏於 1952 年又追加一亞種即 Meloidogyne arenaria (Neal, 1889) Chitwood，1949；Meloidogyne hapla Chitwood，1949；Meloidogyne incognita (Kofoid & White，1919) Chitwood，1949；Meloidogyne incognita var. acrita Chitwood，1949；Meloidogyne javanica (Treub，1885) Chitwood，1949；Meloidogyne arenaria subsp. thamesi Chitwood，1952。1953 年 Loos 氏(107)把在錫蘭發生於紅茶上的 Heterodera marioni重新定名為Meloidogyne brevicauda Loos。1955年Tayler、Dropkin及 Martin 三氏 (66, 107) 更進一步之研究，以雌蟲之陰門部花紋 (Perineal pattern) 作種與種間之比較，因此把引起根瘤之 Meloidogyne 屬共分成六種及二變種，為現今 Meloidogyne 屬之分類標準。1956年 Lordello 氏 (107) 重新發現一新種 Meloidogyne inornata Lordello 及一變種Meloidogyne javanica var. bauruensis Lordello。Coetzee氏 (107) 於 1956 年又發現一新種 Meloidogyne acronea Coetzee以上與 Goeldi 最早定名之 Meloidogyne exigua 共為八種一亞種及二變種，分佈於世界各地。至於為害香蕉之根瘤線蟲過去雖有 Heterodera radicicola 及 Heterodera marioni 之記載，但自 Chitwood 氏將引起根瘤之線蟲由 Heterodera 屬改為隸 Meloidogyne 屬並分為八種一亞種二變種後，香蕉根瘤線蟲應屬於那一種，則尚未見有報告披露。筆者依據 Taylor 等氏 (66) 對 Meloidogyne 屬之 Perineal pattern 鑑定方法，決定本省之香蕉線蟲根瘤病乃由 Meloidogyne arenaria (Neal) Chitwood 所引起。

2. 分佈 ((Geographical Distribution)：

China (Taiwan)，Japan，Philippines，U. S. A. 等地。

3. 寄主範圍 (Host Plants) :

本種線蟲寄生於落花生、蕃茄、小麥、大豆、甜菜、甘蔗、香蕉、無花果、大麗花、紅荷蘭翹搖等。

4. 病徵 (Symptoms) :

本病之主要特徵是在被害蕉株之根部產生瘤狀突起 (Gall),地上部之葉片則比正常者顏色爲淡,基部之葉片枯萎下垂,嚴重者甚至全株發生萎凋,在乾旱季節偶有死亡,此種現象在砂質土壤內尤爲明顯。根部最初生小形突起,然後逐漸膨大呈圓形、橢圓形或紡錘形小瘤,此種根瘤與豆科植物因土壤中存有固氮細菌所形成之根瘤不同,由線蟲引起之根瘤乃眞正根的一部分膨大而成。初期之根瘤乃雌蟲及其產生之卵或幼蟲寄生於組織之細胞中吸收養分,刺激組織乃使該處膨大而成小形突起。至雌蟲長成後因體積過大,乃不得不使根瘤遭受破壞而崩裂,甚至使整個根系遭受破壞而腐敗,地上部則因根部之遭受破壞使水分供應受阻,乃生萎凋現象,於壞死之組織中即可見到有雌蟲存在。剝開初形成之根瘤,可見自中心柱之外緣一直到根之表皮組織內有呈褐色、圓形或紡錘形壞死組織,取出黑褐色之壞死組織以顯微鏡檢查內部即含有無數未成熟及已成熟之卵或盤繞麕集之幼蟲,雌成蟲則多數於破壞之組織中形成一穴,數個雌蟲聚集於一處,亦有少數單獨存在者。肉眼下所見到之雌成蟲白色而發亮光,呈顆粒狀或洋梨形。

5. 病原蟲 (The Causal Organism) :

Meloidogyne arenaria (Neal) Chitwood

Nemata, Tylenchidia, Heteroderidae.

此屬線蟲雌雄之形態截然不同,且因地域及寄主植物之不同而其體積亦有明顯的差異。一般形態如下:

卵(Egg):一般呈長橢圓形,兩端鈍圓,偶有向一邊稍作弓曲者,外面爲無色透明之卵殼,厚約2.5μ。卵內之細胞質呈顆粒狀顏色較深,老熟卵之細胞質與兩端之殼壁稍微分離,呈黃綠色或黃褐色 (圖版八,A)。最初卵內均勻如一,呈無數顆粒狀,以後分作數大團如 Helminthosporium之孢子相似,最後即逐漸形成第一齡幼蟲,幼蟲常在卵內盤繞蠕動,細胞質盡爲幼蟲所吸收。幼蟲於卵中孵化甚快。卵之大小約94.5—114.7×33.7—40.5μ (圖版八,A B)。

幼蟲 (Lavae):作蠕蟲狀,雌雄很難區別,尾端尖細,頭端較鈍圓,中央部分幅度最寬,口針 (Spear) 長約10 μ,體長約378~459μ,a=26~32,b=7.2~7.8,c=6.0~7.5。幼蟲須經四次脫皮始變成蟲 (圖版八,C)。出卵之幼蟲即爲第二齡幼蟲,通常由寄主根部之生長點侵入,因其能分泌一種唾液以刺激細胞,故使根部部分膨大突出呈節瘤狀。

雄成蟲 (Male):雄幼蟲經四齡期方爲成蟲 (圖版八,D)。成蟲呈蠕蟲狀,口端及肛門端粗細略等 (圖版八,F) 頭部由三體環組成,口針柄呈圓柱狀,基部之節球 (Basal knobs of spear) 寬約4~5μ,長約 3μ,口針長約 20~24μ (圖版八,E)。交接刺 (Spicule) 呈弧狀突向外方 (圖版八,G)。體長1270~2000μ,a=44~65, b=11~16。

雌成蟲 (Female):呈洋梨形,白色,潛伏於根之組織內,但很少侵及根之中柱。卵粒排於體外乃形成膠質之卵塊,每卵塊含卵甚多。頸長約 183.7~217.0μ ,頸寬約 90.2~182.7μ ,口針 (Spear) 長度爲14~16μ (圖版九,B)。大小約510.0~125.25×384.1~784.9μ (圖版九,A)。陰門部花紋 (Pattern of valva) 之側線 (Lateral line) 不甚明顯,陰門中央呈長方形,肛門後方的橫紋呈弓狀而向側方突出,側方的線紋較低 (圖版九,C)。

6. 討論 (Discussion) :

1890年 Cobb氏 (72,107) 於斐濟島之香蕉根部發現一種線蟲, 1893 年氏定名爲 *Tylenchus similis* Cobb, 1949年 Thorne 氏 (107) 改其學名爲 *Radopholus similis* (Cobb) Thorne,此爲熱帶及亞熱帶分佈較廣之線蟲。

1893年 Cobb 氏 (107) 又於斐濟島之香蕉根部發現線蟲 *Tylenchus multicinctus* Cobb, Golden 氏 (107) 於1956年改爲 *Helicotytenchus multicinctus* (Cobb) Golden。

1919年 Cobb氏(72,107)在牙買加(Jamaica)及斐濟(Fiji)之香蕉果實上發現一種線蟲,定名爲

Tylenchus musicola Cobb，1936年 Filipjev 氏 (107) 改爲 Pratylenchus musicola (Cobb) Filipjev，1953年 Sher 及Allon 兩氏 (158) 謂 Pratylenchus musicola (Cobb) Filipjev 即 Pratylenchus coffeae (Zimm.，1898) Sher et Allen 之同種異名。後者主要爲害咖啡之根部。

除 Cobb 氏於香蕉上發現三種線蟲外，寄生於香蕉之線蟲尚有在非洲爲害香蕉之 Rotylenchus blaberus 及 Westcott 氏 (73) 謂寄生於香蕉上形成根瘤之 Heterodera marioni (cornu) Goodey.(即澤田所謂在本省引起香蕉萎縮病之線蟲 Heterodera radicicola (Greeff) Muller) 共五種。寄生於香蕉上引起根瘤之 Heterodera marioni，經筆者依 Taylor 氏等之Meloidogyne 屬之分類研究法知爲由 Meloidogyne arenaria (Neal) Chitwood 所引起。Meloidogyne arenaria 在本省之寄主範圍甚廣，主要寄主有香蕉、甘蔗、甜菜及大豆等經濟作物。據胡學和及朱學曾兩氏報導 (96) 本病原蟲在小港糖廠之鳳山農場引起甜菜之根瘤病被害率高達 100%。由此可見其分佈之普遍。此外筆者尚發現有其他之線蟲寄生於香蕉上，因時間關係未能作詳細之調查及鑑定。據1959年 Shell Chemicals 農藥公司刊載發生於香蕉上之線蟲除此種以外尚有27種之多。

六、生理病害 (Physiological Diseases)

I．日燒病 (Sun Scald)

1. 病徵 (Symptoms)：

臺灣各地香蕉市場上經常發現有日燒病的香蕉，此病一經發生，果皮即硬化並發生龜裂。除影響外觀外，其食用價值亦因而低落。此病爲非傳染性病害 (Non-infectious disease) 之一種。被害的果實比較正常者乾燥，並呈現早熟的淡黃綠色，繼而變成褐色，果皮最初發生水泡，然後此部份被木栓層所代替，因木栓層之擴張，果皮即逐漸破裂而呈網狀或作十字形的龜裂，嚴重時可看到內部之果肉，因此招致果肉之腐敗及 Fusarium 等菌之腐生 (72)。

2. 病因 (The Causal Agent)：

日燒病之發生乃由於果房之過度曝露於强烈的直射日光下所致，因此在果指之花蒂部分最易受害，此外土壤內水分不足，果實急劇的異常發展及果實行將成熟時缺乏水分等皆可導致日燒病之發生，同時蕉園之地勢對日燒病之發生亦有關係，傾斜梯田特別是面向西南方向者，比較平地發生爲易，爲避免果實之過度曝露及强烈陽光之直射，套袋可減少日燒病之發生。

II．青膨病 (Green-Ripeness)

1. 病徵 (Symptoms)：

此病多發生於夏季，嚴重時可使全籠香蕉呈半液狀，爲運輸中最恐懼之病害。最初果皮呈淡綠色或青黃色，果肉軟化，內充滿液體，用手指捏果實與健全者之硬度相差甚遠。後期之病徵，因果實被壓擠，常沿果指之棱線裂開，裸露出褐色粘液狀之果肉，嚴重時並有黃色之汁液流出，因此而沾染鄰近的果指，同時並散出極爲難聞的酸臭味道。有的一果手僅一、二果指發生，亦有被害果手達半數以上者。若嚴重時整個果手被害，則果指全部脫落，僅剩果軸。後期病徵亦往往有炭疽病，軸腐病及黑星病伴生，於是病勢之進展更趨嚴重。

2. 病因 (The Causal Agent)：

此病乃由於輸送中溫度過高所引起果實之生理障碍，於8～10月之炎熱季節中，溫度在32～38°C之間，青膨病發生最多。此外濕度過高，通風不良亦可使病害加劇。據三宅勉氏報告(75)香蕉果實之質地柔軟含水分較多及降雨量過多的年份發生青膨病較多，此外果實之積壓，使其呼吸作用不得通暢，籠內之溫度增高，亦可促成青膨病之發生。欲減少青膨病之發生，在運輸中，應使車廂船艙內之溫度低於 13°C

，並應加强通風設備。在蕉園中，更應注意少用氮肥多用鉀肥，使組織較爲堅硬，以增强其抵抗力。

Ⅲ．寒害 (Chilling, Cold Iniury)

1. 病徵 (Symptormns)：

寒害之發生乃由於香蕉果實於未完全成熟時，在運輸或貯藏中因溫度過低而引起之病害，香蕉對不適宜之低溫有高度的敏感性，此種寒害多限於果皮，果皮之上表皮細胞因不能抵禦低溫而死亡(68)。

在未成熟而尚呈綠色之果實上，初呈現缺乏光澤、帶有暗綠褐色或暗褐色之水浸狀斑點，有時發生大小約3～5mm．而凹下之病斑，亦有在果皮之表面全體呈現汚黑褐色者，被害果實用手指捏之比較堅硬（圖版九，E）。少數嚴重者甚至使果皮破裂。一般未成熟果實之果肉堅硬呈雪白色。在行將成熟或已變黃色完全成熟之果實，其病徵則欠明顯，僅呈黑褐色而缺乏光澤，偶有少數凹下之斑點存在，果肉呈軟化狀但很少腐敗。惟已缺乏食用價值。

2. 病因及預防 (The Causal agent)

此爲生理病害之一種，起因於果實遭受過度低溫而起之反應，Wardlaw氏 (72) 及平井氏 (87) 皆報導於運輸中，因低溫而常發生此種病害。松本巍氏 (95) 則謂本省幾無發生之可能。惟近數年來，臺灣電氣化發達，冰箱及冰庫已司空見慣，蕉商惟恐在夏季之室溫下有各種病害發生乃作低溫之貯藏，因此而獲寒害之惡果者亦甚普遍。筆者經常於清晨赴香蕉市場找尋病害標本時，常常觸到冰冷，並有部分硬化的香蕉果實，此即由於低溫貯藏所致。在貯藏或運輸中，若保持 11～13°C 之溫度，即可避免寒害發生。

Ⅳ．烟害 (Smoke Injury)

1. 病徵 (Symptoms)：

香蕉種植於住宅附近，或工廠之煙囱旁及磚窰鄰近者，常遭受煙害，因煙囱內所發出之煙氣 (Flue gas) 破壞香蕉葉片之葉綠素，致使組織內之水份消失而變爲暗褐色，如經熱水燙過一般，於被害1—2日後特別明顯，葉片之邊緣受害尤重，不久即變爲草黃色而有深褐色之邊緣。不知其原因者，常誤認爲係由眞菌所引起之葉枯病，因後期枯死部分常有眞菌腐生。

2. 病因 (The Causal Agent)：

因受煙囱內煙氣所燻而引起，使被害部生理機能受阻而促使葉片枯死。

七、結論 (Conclusion)

筆者數年來於本省各地蕉園中及市場上採得之香蕉病害計有毒素病兩種即萎縮病(Bunchy top)及毒素性萎黃病 (Infectious chlorosis)。細菌病害兩種即細菌性萎凋病 (Bacterial wilt) 及細菌性葉枯病 (Bacterial leaf blight)。眞菌病害中藻菌類一種，即軟腐病 (Soft rot)。子囊菌類四種即煤病 (Sooty blotch)、軸腐病 (Main-stalk rot)、炭疽病 (Anthracnose) 與葉斑病(Cercospora leaf spot)。擔子菌類病害三種，即莖腐病 (Marasmius stem and root rot)，白絹病 (Sclerotium disease) 及根腐病 (Corticium disease)。不完全菌病害六種，即圓星病 (Cordana leaf-spot)、黑斑病 (Helminthosporium black-spot)、細線病 (Cercospora streaking spot)、黑星病 (Black spot)、黑腐病 (Botryodiplodia fruit-rot) 及輪斑病 (Ring spot)。線蟲病一種即根瘤病 (Root-knot)。此外尚有生理病害四種，即日燒病 (Sun scald)、青膨病 (Green-riperess)、寒害 (Chilling) 及煙害 (Smoke injury)，共計二十三種。其中毒素性黃化病，細菌性萎凋病、細菌性葉枯病、煤病、根腐病、線蟲病及日燒病在本省係新記錄。

本省目前之香蕉病害，在蕉園中最嚴重者，首推萎縮病，因此病爲系統性病害，一經感染即全株

毫無希望，且波及其吸芽，輕者產量大減，重者全無收穫，並經常造成廢耕之現象。近年來並有擴大蔓延之趨勢，全省各地蕉園莫不有本病之發生。1958 年南投縣之新山被害率高達70%以上 (106) 被害之烈實堪驚人。

葉斑病爲僅次於萎縮病之病害，因該病不分地區、不論植株大小，終年皆有發生，其病原菌並有數種不同之菌系 (Strains)。在幼小蕉株之窄長葉片上，病斑多呈長條形，幼小蕉株之橢圓形葉片上，病斑則呈圓形，在成長植株之下部葉片上病斑多呈圓形或橢圓形，上部葉片之病斑則呈條形或長橢圓形。筆者現已分離出數種品系，均經接種成功，現正在着手生理試驗中。此病雖僅侵害葉部，但因葉片之枯死甚多，影響香蕉之產量甚大，於秋冬兩季發生尤烈，除頂部僅存三、四健全葉片外，下部葉片悉數枯死，堪稱一種嚴重病害。

香蕉黑星病，在蕉園中爲害葉片及幼小果實，在貯藏及運輸中爲害即將成熟的果實，被害之果實不能外銷，且內銷之價值亦較低落，故列爲重要病害之一。細菌性葉枯病，近年來亦爲普遍發生及引起嚴重損失之病害。

在貯藏及運輸中，常引起果實腐爛之病害，計有軸腐病、炭疽病、黑腐病、黑星病、白絹病、青黴病及軟腐病等。本省每年輸日之香蕉多因此數種病害而蒙受甚大之損失。1959年十一月四日由臺東輸日之香蕉腐爛率竟高達 40% (106) 。1960年七月九日里港產之香蕉輸日腐爛率亦高達20% (中央日報) 損失實堪驚人。在此數種病害中，軸腐病多於秋冬兩季發生，炭疽病及黑腐病則多於高溫多濕之夏季發生，白絹病及青黴病在本省貯藏及販賣中發生較少，主爲海洋運輸中之病害，軟腐病則時有腐生之現象。

毒素性萎黃病，細菌性萎凋病、煤病、莖腐病、圓星病、細線病、黑斑病、輪斑病等，有時造成嚴重之損失，但僅限於某一蕉區或某一生長季節，並非終年普遍發生。故尚不能對香蕉產量形成嚴重之威脅。

線蟲根瘤病，在外觀上僅葉部呈黃化，生長不良，故不易與一般菌類引起之葉枯病相識別。但本病普遍發生於全省各蕉園，使植株之根部腐敗與死亡，故影響香蕉之生育。至於其被害之確實數字，尚待以後之調查。

日燒病，煙害及寒害，則限於某一蕉區或特殊環境下，雖發生較少，但亦應注意及之，使此種生理病害無從發生，以增加蕉農之收入。

除以上之病害外，筆者尚在圓星病病斑上見到有 Periconia 腐生。在已患黑腐病或炭疽病之果實上亦有 Aspergillus， Penicillium，Fusarium 等腐生，因其影響甚微，故略而未述。

八、參考文獻 (Literature Cited)

1. Ashby, S. F. (1924) Researches on Panama diseases. Proc. Ninth West Indian Agric. Conf., Ref. in Rev. Appl. Myc. 5:111, 1926.
2. Barnett, H. L. (1950) Illustrated genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Co.
3. Bessey, E.A. (1950) Morphology and taxonomy of Fungi. pp.254-355. The Blakiston Co.
4. Bitancourt, A. A. (1936) Sobre Chaetothyrium guaraniticum Speg. Chaetothyrina musarum (Speg.) Theissen. Arch. Inst. biol. Def. agric. anim., Ref. in Rev. Appl. Myc. 15:818. 1936
5. Brooks. F. T. (1953) Plant diseases. 2d ed., pp 8, 46, 209, Oxford University
6. Calpouzos, L. (1955) Studies on the Sigatoka disease of bananas and its

fungus pathogen. Atkins Garden & Research Laboratory, Cuba. Ref. in Rev. Appl. Myc. 35:620, 1956

7. Clements, F. E. & C. L. Shear (1957) The genera of fungi. pp. 56, 57. 370 Hafner Publishing Co.
8. Cooke, M. C. (1892) Handbook of Austrialian fungi. p. 363,
9. Chupp, C. (1955) A monograph of the fungus genus Cercospora. pp. 402-403, Cornell University.
10. Darnell-Smith, G. P. (1924) "Bunchy top" disease in Bananas. Queensland Agric. Journ., Ref. in Rev. Appl. Myc. 3:527-529. 1924.
11. Davidson, R. W. (1935) Fungi causing stain in logs and lumber in the Southern States, including five new species. Ref. in Rev. Appl. Mgc. 14:729, 1935.
12. Deighton, F. C. (1930) Mycological work. Ann. Rept. Agric. Dept. Sierra Leone. Ref. in Rev. Appl. Myc. 11:97, 1932.
13. Deighton, F. C. (1932) Mycological work. Ann. Rept. Agric. Dept. Sierra Leone. Ref. in Rev. Appl. Myc. 12:201, 1933.
14. Dickson, J. G. (1956) Diseases of field crops. 2d ed., p. 159, McGraw-Hill Book Co.
15. Dowson, W. J. (1957) Plant diseases due to bacteria. 2d ed., pp. 127-128, Cambrdige University Press.
16. Elliott, C. (1951) Manual of bacterial plant pathogens. 2d ed., pp.72, 88-90, 109, 139-142, 167. Chronica Botanica Co.
17. Edgerton, C. W. (1955) Sugarcane and its diseases. pp. 95, 104—107, 150—151. Louisena state University.
18. Gaumann, E. A. (1952) The fungi. P. 163, Hafner Publishing Co.
19. Goodey, T.(1951) Soil and freshwater nematodes. pp.143-144, Methuen & Co.
20. Hansford, C. G. (1943) Contributions towards the fungus flora of Uganda. V. Fungi Imperfect. Pro. Linn. Soc. Lond, Ref. in Rev. Appl. Myc. 23:409, 1944.
21. Hansford, C. G. (1946) Annual report of the Senior Plant Pathologist. Rep. Dep. Agric. Uganda. 1944-45. Ref. in Rev. Appl. Myc. 26:145, 1947.
22. Heald, F. D. (1932) Manual of plant diseases. pp.182-183, 210-219, 830-819, McGraw-Hill Book Co.
23. Holton, C. S. & al. (1959) Plant pathology problems & progress 1908-1958 pp. 384-392, The University of Wisconsion Press.
24. Hohnel, F. V. (1923) Studien uber Hyphomyzeten. Centralbl. fur Bakt. Ref. in Rev. Appl. Myc. 3:102, 1924.
25. Hyman, L. H. (1951) The Invertebrates. Vol. 3, pp. 299-301 McGraw-Hill Book Co.
26. Lamanna, C. & M. F. Mallette (1959) Basic bacteriology its biological & chemical background. 2d ed., pp. 16-43, Williams & Wilkins Co.
27. Leach, R. (1941) Banana leaf spot Mycosphaerella musicola, The perfect stage of Cercospora musae Zimm. Trop. Agriculture. Trin., Ref. in Rev.

Appl. Myc. 20:412-413, 1941.

28. Lee, H. A. (1922) Banana freckle in The Philippine Islands. Phytopath. Ref. in Rev. Appl. Myc. 1:387, 1922.
29. Magee, C. J. (1930) A new virus disease of bananas. Agric Gag. New South Wales. Ref. in Rev. Appl. Myc. 10:472, 1931.
30. Magee, C. J. (1947) Root disease of the banana. Ditto. 27:76-77, 1948
31. Matsumoto, T. (1952) Monograph of sugarcane diseases in Taiwan. pp. 3, 27. 45, 53, National Taiwan University.
32. Matz, J. (1921) The Rhizoctonias of Porto Rico. Journ. Dept. Agric. Porto Rico. Ref. in Rev. Appl. Myc. 1:273-274, 1922.
33. Ramsey, G. B. & M. A. Smith (1950) Ceratostomella paradoxa Dade on Banana. Plant Dis. Reptr. Ref. in Rev. Appl. Myc. 31:247, 1952.
34. Rev. Appl. Myc. [Supplement, 1956] Common names of virus diseases used in the Rev. Appl. Myc. pp. 6. 62.
35. Robert, S. B. & al. (1957) Bergey's manual of determinative bacteriolgy. 7th ed., pp. 16~18, The Williams & Wilking Co.
36. Roger, L. (1951) Phytopathologie des pays chauds Vol. I, pp. 958, 979, 1080-1083. Paul Lechevlier.
37. Roger. L. (1953) Ditto. Vol. II, pp. 1323, 1347, 1428, 1628-1629, 1638 1753-1775, 1805. 1881, 1819, 1819, 1826, 1875 2036. 2041, 2048, 2085, 2124,
38. Roger, L. (1954) Ditto. Vol. III, pp. 2339-2354, 2357-2359, 2374-2381, 2576 -2578
39. Roy, R. S. & C. Sharma (1952) Diseases and pests of bananas and their control Indian J. Hort. Ref. in Rev. Appl. Myc. 32:324, 1954.
40. Saccardo, P. (1882) Sylloge Fungorum Vol. I, 163,
41. Saccardo, P. (1887) Ditto. Vol. V, p. 528.
42. Saccardo, P. (1888) Ditto. Vol. VI, p. 654
43. Saccardo, P. (1888) Ditto. Vol. VII, pp. 191, 212.
44. Saccardo, P. (1892) Ditto. Vol. X, pp. 199, 462, 595, 616,
45. Saccardo, P. (1895) Ditto. Vol. XI, pp. 130, 522, 612.
46. Saccardo, P. (1902) Ditto. Vol. XVI, p. 636.
47. Saccardo, P. (1905) Ditto. Vol. XVII, p. 174
48. Saccardo, P. (1906) Ditto. Vol. XVIII, p. 567.
49. Saccardo, P. (1912) Ditto. Vol. XXI, pp. 414, 827.
50. Saccardo, P. (1913) Ditto. Vol. XXII, pp. 65, 297, 1011, 1341.
51. Saccardo, P. (1925) Ditto. Vol. XXIII, p. 512.
52. Saccardo, P. (1926) Ditto. Vol. XXIV, pp 8, 370.
53. Saccardo, P. (1931) Ditto. Vol. XXV, pp. 604, 827.
54. Salle, A. J. (1954) Fundamental principles of bacteriology. 4th ed., pp.427-453. McGraw-Hill Book Co.
55. Sawada, K. (1919) Descriptive catalogue of Formosa fungi Part, 1, pp. 541~543, 569.

56. Sawada, K. (1923) Ditto. Part. 2, p. 110
57. Sawada, K. (1931) Ditto. Part 5, pp. 16—28
58. Sawada, K. (1943) Ditto. Part 8, pp. 34—36, 85, 93, 97, 116—117.
59. Sawada, K. (1956) Descriptive catalogue of Taiwan (Formosan) fungi Part 11, pp. 53-54, 63, 66, 73, 140, 154, 171, 176-177, 193, 194, 221. National Taiwan University.
60. Simmonds, J. H. (1932) The work of the pathological branch. Ann. Rept. Queensland Dept. of Agric. & Stock for the year 1932. Ref. in Rev. Appl. Myc. 12201, 1933.
61. Smith, E. F. (1920) An introduction to bacterial diseases of plants pp. 11,473, W. B. Saunders Co.
62. Smith, F. E. V. (1930) Plant diseases in Jamaica in 1930. Ref. in Rev. Appl. Myc. 11 : 25, 1932
63. Stahel, G. (1934) The banana leaf disease in surinam Trop. Agri. Ref. in Rev. Appl. Myc. 13787, 1934.
64. Stevens, F. L. (1925) Plant disease fungi pp. 374—375 The Macmillan Co.
65. Sundaram, N. V. (1954) Thread blight of ginger Indian Phytopath. Ref. in Rev. Appl. Myc. 34106, 1955.
66. Taylor, A. L., Dropkin, V. H. & G. C. Martin, (1955) Perineal patterns of root-knot nematodes Phytopath. 45:26—34
67. Tomkins, R. G. (1931) Wastage in the refrigerated transport of Canary Bananas from south America to Europe. Trop. Agri., Ref. in Rev. Appl. Myc. 11189—190.
68. U. S. Dept. Agric. (1953) Plant diseases the yearbook of agriculture pp.118, 810 827。
69. Walker, J. C. (1957) Plant pathology 2d ed., pp 55, 57, 127—130, 241, 442—445, 462—472, 507, 570, 657. McGraw-Hill Book Co.
70. Wardlaw, C. W. & L. P. Mcguire (1931) The behaviour and diseases of the banana in storage and transport with special reference to chilling. Trop. Agri., Ref. in Rev. Appl. 10 : 806, 1934.
71. Wardlaw, C. W. (1931) Banana diseases 1. observations on Botryodiplodia fruit rot of the banana. Trop. Agriculture. Ref. in Rev. Appl. Myc. 11 : 190, 1932.
72. Wardlaw, C. W. (1953) Diseases of the banana and of the Manila helmp plant. Macmillan & Co.
73. Westcott, C. (1949) Plant disease handbook pp. 76. 246,—248, 250, 262—263, D. Van Nostrand Co.
74. 三宅勉 (1918) 甘蔗鳳梨病調查報告　臺灣總督府糖業試驗場特別報告 10 臺灣殖產局
75. 三宅勉 (1942) バナナ青膨に關する調査　226頁　臺灣省農會。
76, 山本和太郎 (1938) 甘蔗の數種煤病菌　日本植物病理學會報　8 : 95~112.
77. 山本和太郎 (1941) 柑桔の黑褐色煤病菌　熱帶農學會誌　13 : 119~125, 213~221,
78. 山本和太郎 (1941, 1942) Perisporiaceae　煤病菌の寄生並に腐生　熱帶農學會誌 13 : 307

~313 14，: 30~41.
79. 山本和太郎 (1942) 黑色天鵝絨狀煤病菌の數種に就て 熱帶農學會誌 14 : 92~107.
80. 山本和太郎 (1954) Capnodiaceae の分類學的研究，第一報 Eucapnodiaceae の種類に就いて 日本植物病理學會報 19 (1+2) : 1~5.
81. 山本和太郎 (1955) Capnodiaceae の數屬の不完全世代の胞子型 日本植物病理學會報 20 (2+3) : 83~88.
82. 山本和太郎 (1956) Taxionomic studies on the Capnodiaceae Ⅳ. on the species of Chaetothyriae 日本植物病理學會報 21 : 167~170.
83. 王炘 (1952) 香蕉軸腐病的防治法 臺灣農林 7 (4) 59~61
84. 中田覺五郎 (1957) 作物病害圖編(最新改訂本) pp. 144，147~148，172，174~175，180~182，194，250~251，353~354，549~550，584~586，638~639，養賢堂
85. 中村壽夫 (1949) 烟草植物病學 pp. 165~168 朝倉書店
86. 加藤謙一 (1928) 香蕉軸腐病の研究 臺灣農事報 XXⅡ. 1 : 49~58，2:165~173.
87. 平井篤造 (1938) 臺灣產甘蕉の輸送中に於ける病害 日本植物病理學會報 8:145~166.
88. 平井篤造 (1938) 蕉實白絹病に關する研究 日本植物病理學會報 8:212~229.
89. 石山信一，向秀夫 (1941) 植物病原細菌誌 pp. 345，411~419， 521~522， 699~700，明文堂
90. 出田新 (1926) 續日本植物病理學 2:600~602，裳華堂
91. 朱學曾、胡搴和 (1959) 甜菜病害調查研究之一，臺灣甜菜病害 臺灣糖業試驗所彙報 19:21~34
92. 朱學曾 (1960) 甘蔗病害。
93. 宋志堅 (1951) 谷仁樂生藥液防治香蕉軸腐病的有效途徑 臺灣農林 7 (12) :6.
94. 岡部德夫 (1950) 植物細菌病學 pp. 257~259，朝倉書店
95. 松本巍 (1950) 臺灣的香蕉果實病害和防治 臺灣大學農學院植物病蟲害系
96. 洪元平 (1958) 屏東大豆寄生性線蟲種類調查報告 植物病虫通訊 5 (4) : 95~99.
97. 胡搴和、朱學曾 (1959) 臺灣蔗園土中線虫調查 臺灣糖業試驗所彙報 19:35~51.
98. 孫守恭 (1960) 熱帶植物病理學講義 臺灣省立農學院
99. 渡邊龍雄 (1947) 纖維作物病學 pp. 195~230，朝倉書房
100. 富樫浩吾 (1950) 果樹病學 pp. 81~84，150~157，301，333~335，朝倉書局
101. 甄在明 (1950) 香蕉病虫害 臺灣農林 4 (12) 55~58.
102. 楊致福 (1951) 臺灣果樹誌 pp. 230~242，嘉義農業試驗分所
103. 臺灣省政府農林廳 (1959) 臺灣農業年報 pp. 96
104. 臺灣省檢驗局 (1959) 檢驗統計要覽 第八輯 pp. 108，112，116，154.
105. 臺灣銀行金融研究室 (1949) 臺灣之香蕉 pp. 73
106. 臺灣省臺中青果運銷合作社 (1959,1960) 果農之友 第一期，第十三期。
107. 横尾多美男 (1960) 土壤線虫生態と防除 pp. 190~192，231~234，252~254. 東京明文堂
108. 澤田兼吉 (1913) 臺灣に於けるバナナの主なる病害 臺灣農事報 75:18~19.
109. 澤田兼吉 (1927) バナナ萎縮病抵抗性品種仙人種及高脚種の比較 臺灣博物學會報 93 : 418~439
110. 羅次卿 (1953) 臺灣香蕉生產與運銷 pp. 16，18，42~46，117~123，啓明書局

九、圖版說明 (Explanation of Plates)

圖版一 (Plate I)



A. 萎縮病之外觀
The external symptoms of Bunchy top plant.



B. 萎縮病病徵—葉緣白化
Symptoms of Bunchy top— Albication of leaf margin.



C. 萎縮病病徵褐色壞疽型短線條
Symptoms of Bunchy-top—Brownish necrotic streak of leaf margin.



D. 萎縮病病徵葉緣呈淡褐色薄膜狀
Symptoms of Bunchy top Brownish membrane-like areas of leaf margin.



E. 萎縮病病徵葉緣呈褐色腐敗脫落
Symptoms of Bunchy top Brownish rotted area of leaf margin.



F. 末期病徵—全株枯萎
Last stage of bunchy top symptoms—wiltting of diseased plant.

圖版二 (Plate II)



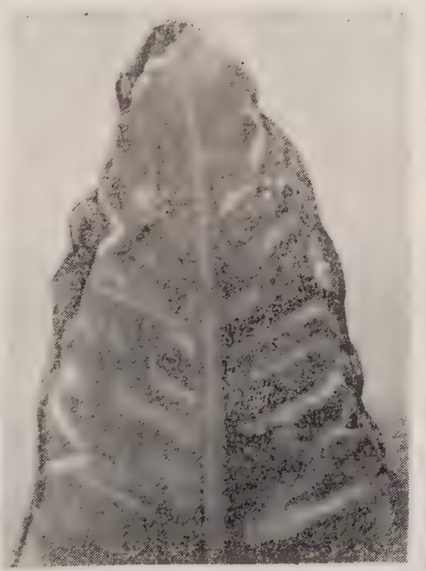
A. 萎縮病被害株—花穗直立
Symptoms of Bunchy top
—Straightness of inflorescence
of diseased banana plant.



C. 毒素性萎黃病—初期病徵
Infectious chlorosis—First symptoms
on leaf blade.



B. 萎縮病之介媒昆虫—蕉蚜。
Victors of Bunchy top
—Pentalonia nigronervosa
on leaf base.

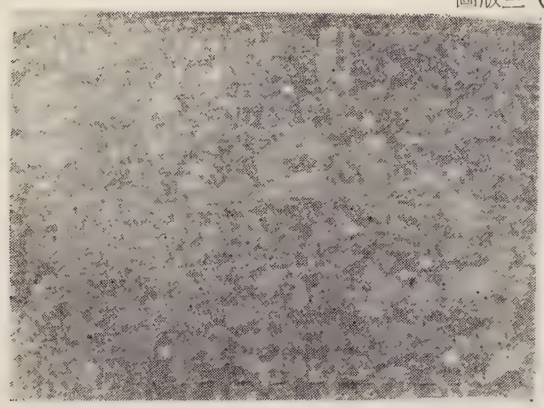


D. 毒素性萎黃病—末期病徵
Infectious chlorosis—
last symptoms.

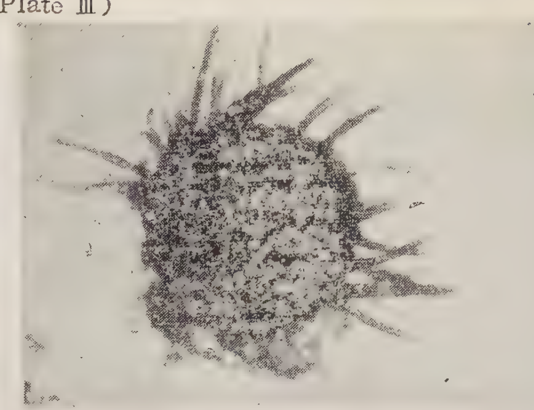


E. 細菌萎凋病—假莖內之病徵
Bacterial wilt—Internal
symptoms of
pseudostem.

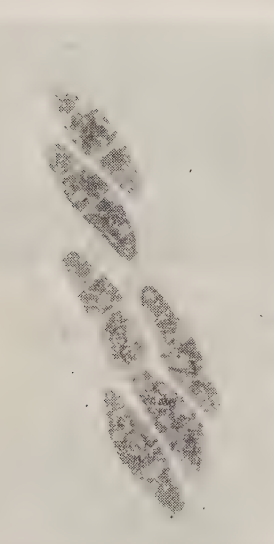
圖版三 (Plate Ⅲ)



A. 煤病病徵。
Symptoms of sooty blotch on leaf.



B. 煤病之子囊殼。
Perithecium of sooty blotch fungus.



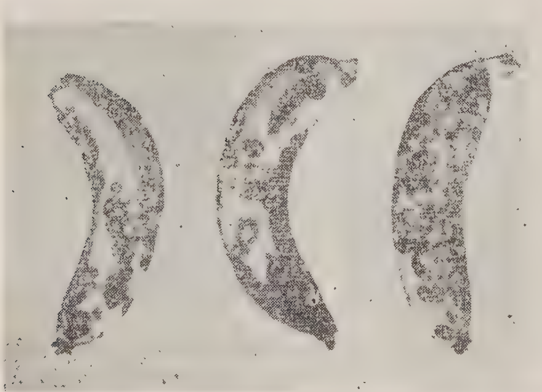
C. 煤病之子囊孢子。
Ascospores of sooty blotch fungus.



D. 煤病之胞子腔。
Pycnidium of sooty blotch fungus.



E. 炭疽病一果房之病徵。
Anthracnose—Symptoms on a diseased bunch.

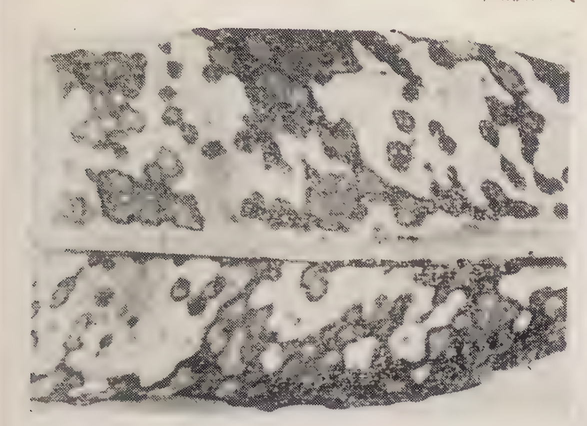


F. 炭疽病一果實上之病徵。
Anthracnose—Symptoms on fruits.

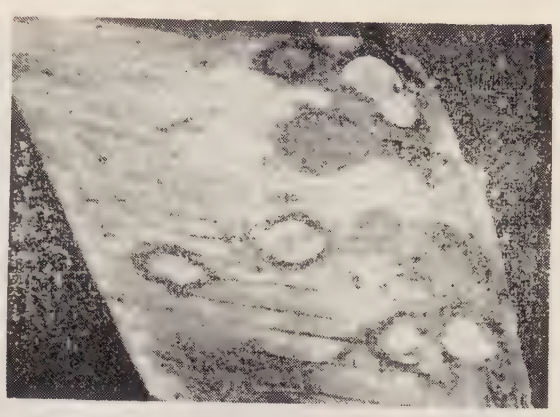


G. 軸腐病一果軸及果柄之病徵。
Symptoms of Main-stalk rot on Main-stalk & Finger stalk.

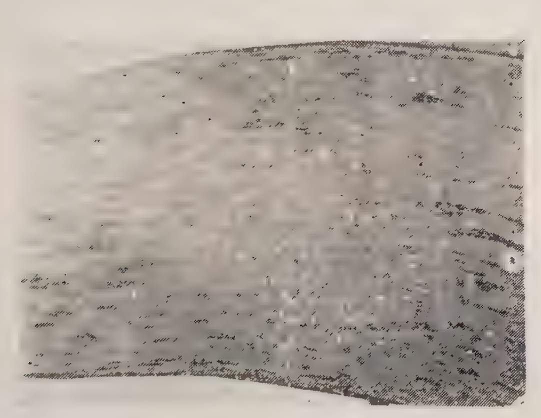
圖版四 (Plate IV)



A. 圓斑型葉斑病—幼葉上之病斑。
Spherical type of Sigatoka disease—Type of leaf spot on young leaf.



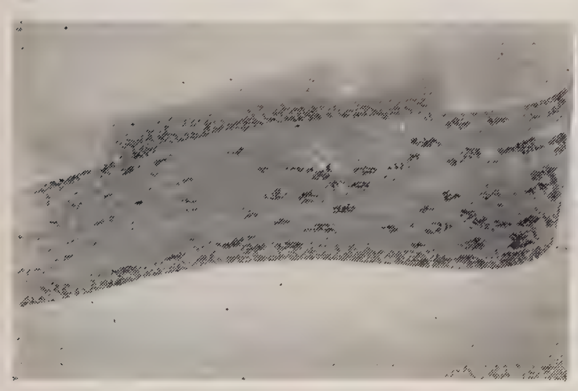
B. 圓斑型葉斑病—老葉上之病斑。
Spherical type of Sigatoka disease—Type of leaf spot on old leaf.



C. 細線型葉斑病—初期病徵。
Linear type of Sigatoka disease—Type of Leaf spot at initial stage.



D. 細線型葉斑病—末期病徵。
Linear type of Sigatoka disease—Type of Leaf spot at final stage.

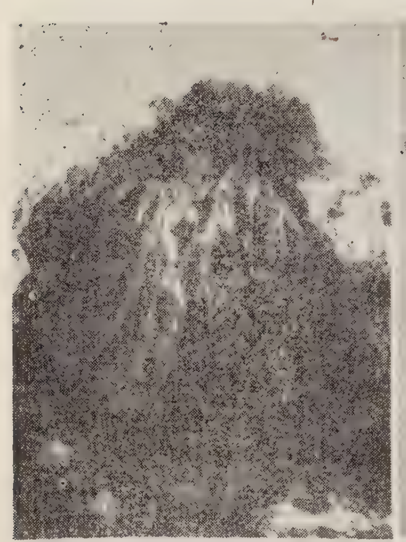


E. 橢圓型葉斑病—初期病斑。
Ellipitical type of Sigatoka disease—Type of leaf spot at initial stage.

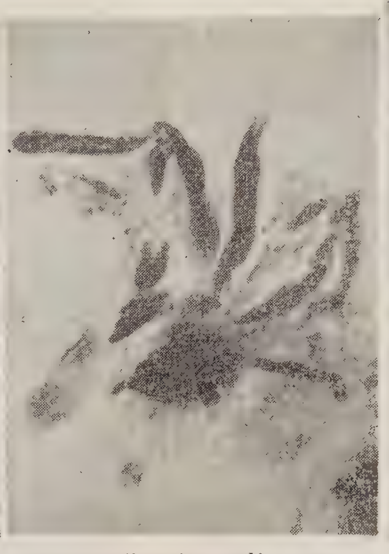


F. 橢圓型葉斑病—末期病斑。
Ellipitical type of Sigatoka disease—Type of leaf spot at final stage.

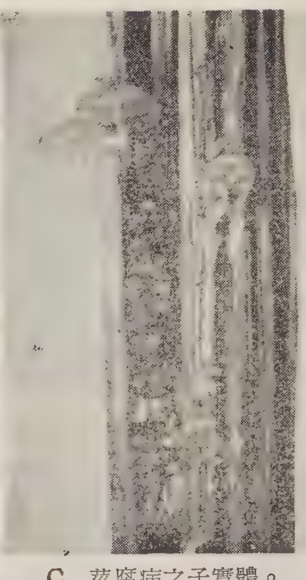
圖版五 (Plate V)



A. 葉斑病之子囊殼。
Perithecium of Sigatoka disease fungus.



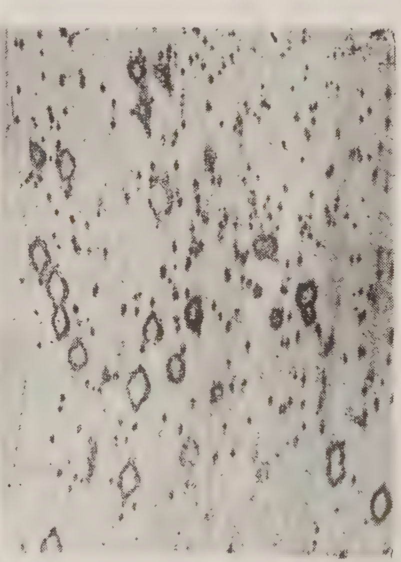
B. 葉斑病之子囊。
Asci of Sigatoka disease fungus.



C. 莖腐病之子實體。
Fruiting body of Marasimius stem & root rot fungus.



D. 根腐病之病徵一幼株接種
Symptoms of Corticium disease on young plant.



E. 圓星病之病徵。
Symptoms of Cordana leaf spot.



F. 黑斑病之病徵
Symptoms of Helminthosporium black-spot.

圖版六 (Plate VI)



A. 黑斑病病原菌之分生孢子。
Conidium of Helmintho-sporium torulosum.



B. 黑斑病病原菌之分生孢子及分生孢子柄。
Conidium & Conidiophore of Hel. torulosum.



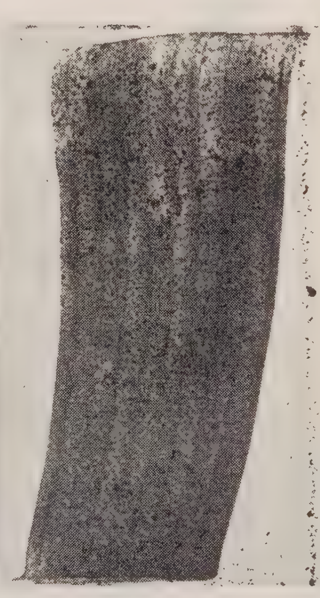
C. 黑斑病病原菌分生孢子柄之頂端。
Tip of conidiophore of Hel. torulosum.



D. 黑斑病病原菌之孢子柄。
Conidiophores of Hel. torulosum.



E. 細線病之病徵。
Symptoms of Cercospora leaf streaking spot

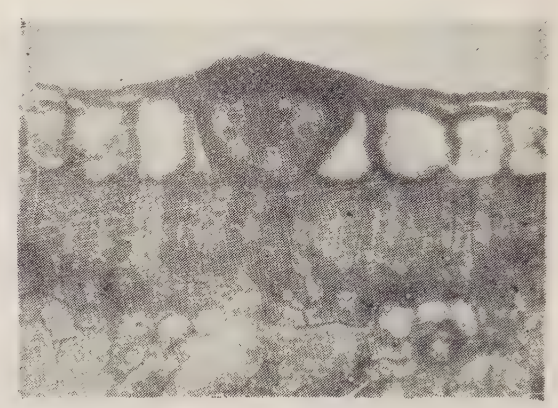


F. 葉片上之黑星病病徵。
Symptoms of black spot on leaf.

圖版七 (Plate Ⅶ)



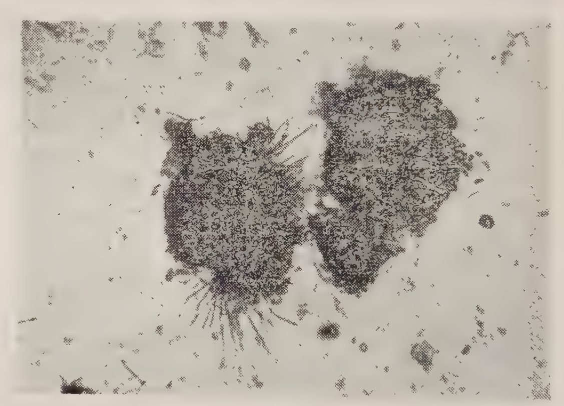
A. 黑星病果實上的病徵。
Symptoms of black spot on fruits.



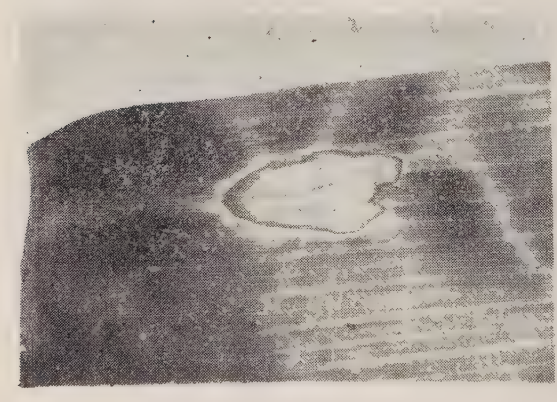
B. 黑星病病原菌之胞子腔。
Pycnidium of Macrophoma musae.



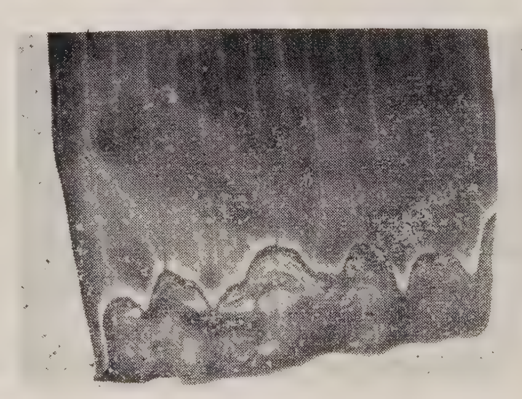
C. 果指上之黑腐病病徵。
Symptoms of Botryodiplodia fruit-rot.



D. 黑腐病原病菌之胞子腔。
Pycnidia of Botryodiplodia theobromae.



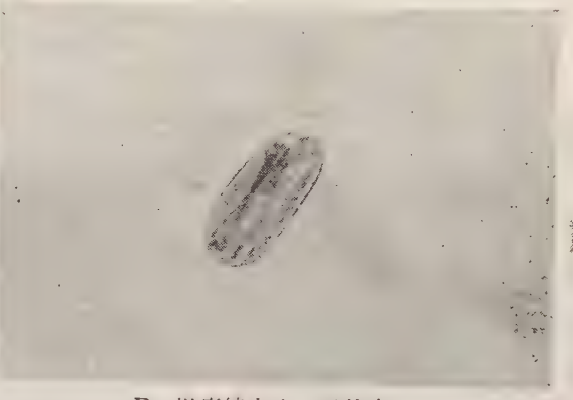
E. 輪斑病病徵。
Symptoms of Ring spot.



F. 葉緣之輪斑病病徵。
Symptoms of Ring spot on leaf margin.

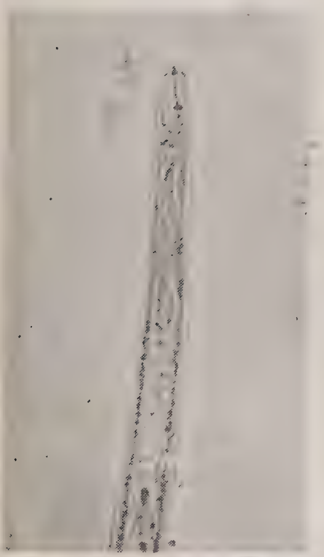
圖版八 (Plate Ⅷ)

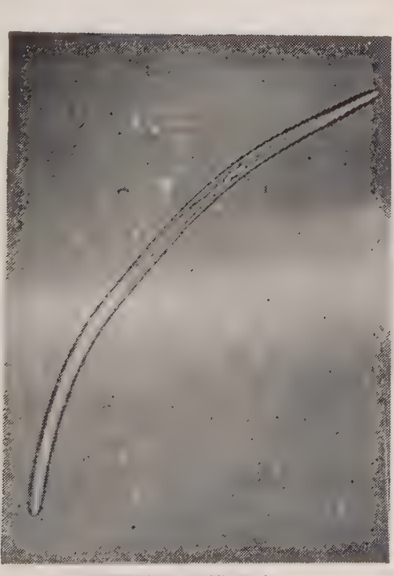

A. 根瘤線虫之卵。
Eggs of Meloidogyne arenaria

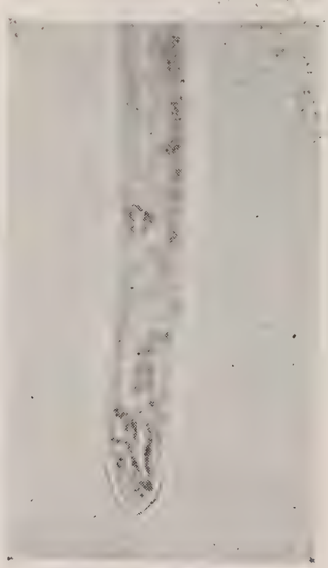

B. 根瘤線虫之一齡幼虫。
Young larva of Mel. arenaria within egg


C. 根瘤線虫之幼虫。
Larva of Mel. arenaria.

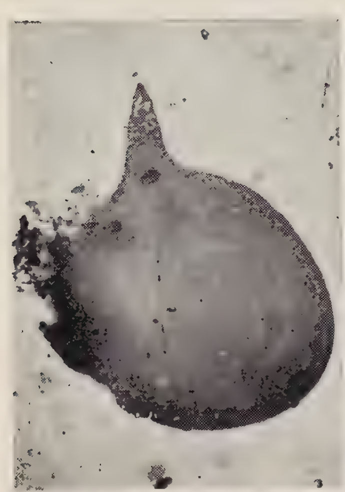

D. 四齡之雄虫。
Fourth-stage male of Mel. arenaria.


E. 根瘤線虫雄虫之頭部。
Head part of mature male of Mel. arenaria.

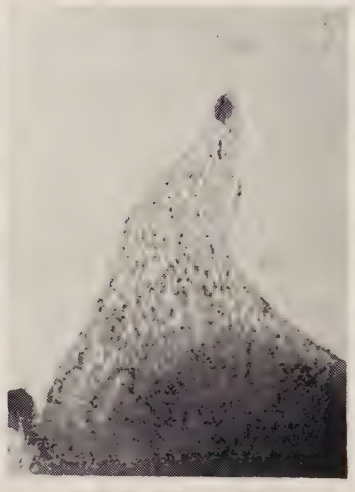

F. 根瘤線虫之雄成虫。
Male of Mel. arenaria


G. 根瘤線虫雄虫之尾部。
Tail part of Mature male of Mel. arenaria.

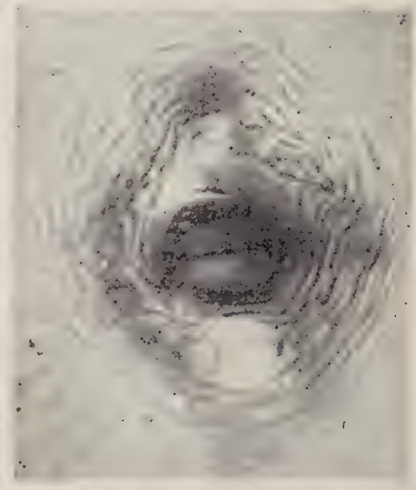
圖版九 (Plate IX)



A. 根瘤線虫之雌虫。
Female of
Meloidogyne arenaria



B. 根瘤線虫雌虫之頭部。
Head part of Mel.
arenaria (Female) .



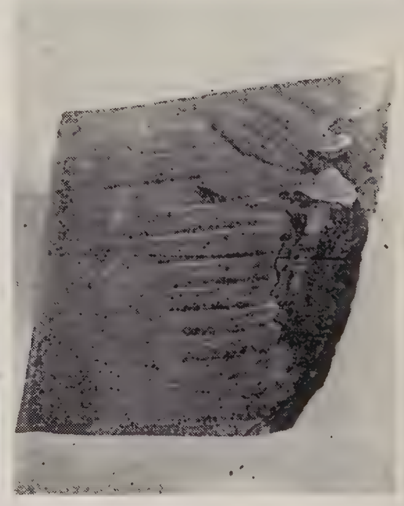
C. 根瘤線虫雌成虫陰門部花紋。
Perineal pattern of
mature female.



D. 日燒病病徵。
Symptoms of sun scald.



E. 寒害 (Chilling)
上，正常果指；下，被害果指。
Top : nomal;
Bottom; affected.



F. 細菌性葉枯病一中期病徵。
Bacterial leaf blight—
Symptoms at
medial stage.

十、英文摘要 (English Summary)

Banana Diseases Found In Taiwan

by

Hsi-Ching Wang

In the present paper the following 23 Banana diseases occuring in Taiwan have been described.

I. Virus Diseases:

1. Bunchy Top—Banana virus 1, Musa virus 1, or Bunchy top virus.
2. Heart Rot and Infectious Chlorosis, Banana Mosaic—Heart rot and infectious chlorosis virus, Banana Virus 2, Musa Virus 3, Banana Mosaic Vius.

II. Bacterial Diseases:

3. Bacterial Wilt, Moko disease—Pseudomonas solanacearum (E. F. Smith) E. F. Smith.
4. Bacterial Leaf Blight—Caused by an unidentified species of bacteria

III. Fungus Diseases:

A. Diseases caused by Phycomycetes

5. Soft Rot—Rhizopus stolenifer (Ehr.) Lind.

B. Diseases caused by Ascomycetes

6. Sooty Blotch—Chaetothyrium musarum Speg.
7. Main-Stalk Rot—Ceratostomella paradoxa (de Seynes) Dade [Thielaviopsis paradoxa (de Seynes) Höhn.]
8. Anthracnose—Glomerella cingulata (Ston.) Spauld. et Schr. [Gloeosporium musarum Cooke et Massee]
9. Cercospora Leaf Spot or Sigatoka disease—Mycosphaerella musicola Leach [Cercospora musae Zimm.]

C. Diseases caused by Basidiomycetes

10. Marasmius Stem & Root Rot—Marasmius semiustus Berk. et Curt.
11. Sclerotium Disease—Pellicularia rolfsii (Sacc.) West.
12. Corticium Disease—Pellicularia filamentosa (Pat.) Rogers

D. Diseases caused by Imperfect Fungi

13. Cordana Leaf Spot—Cordana musae (Zimm.) Hohn.
14. Helminthosporium Black Spot—Helminthosporium torulosum (Syd.) Ashby
15. Cercospora Streaking Spot—Cercospora musaecola Saw.
16. Black Spot or Freckle disease—Macrophoma musae (Cke.) Berl. et Vogl.
17. Botryodiplodia Fruit Rot—Botryodiplodia theobromae Pat.
18. Ring Spot—Pestalotia leprogena Speg.

IV. Nematode Disease

19. Root Knot—Meloidogyne arenaria (Neal) Chitwood

V. Physiological Diseases:

20. Sun-Scald
21. Green Ripeness
22. Chilling (Cold Injure)
23. Smoke Injure

Among the diseases mentioned above, heart rot and infectious chlorosis, bacterial wilt, bacterial leaf blight, sooty blotch, Corticium disease, root-knot and sun scald are new records in Taiwan.

Bunchy top is the most important disease in this island and usually causes serious damage. The recent outbreak in the Sin-Shan area of Nantow Hsien during 1958-1960 gives a severe loss ranged 10-70 per cent, some orchards were completely destroyed.

Cercospora leaf spot is spreading over all the island. This disease occurs in any stage of plant growth, especially in the winter season. It is very destructive to the banana plant. The causal fungus has several strians in culture and its symptoms also have three types as linear, elliptical, and spherical on leaves of different growth period.

Black spot, also known as "Freckle" is another common disease of banana. It occurs on fruits and leaves, especially on old leaves. When fruits are infected, although the disease in confined externally on the skin and does not affect the edible part, they are not allowed for exportation.

Main-stalk rot, anthracnose, Botryodiplodia fruit-rot, Sclerotium disease, green ripeness and soft rot also cause heavy damage in storage and transport. The wastage of banana, for example, was counted to be about 40% in November 4th, 1959, during a transporation from Taiwan to Japan.

Bacterial leaf blight, a new recorded disease in Taiwan, is tending to increase both in its severity and in the degree of prevalence, so that it is necessary to pay pecial attention in future

Heart rot and infectious chlorosis, bacterial wilt, sooty blotch, Marasmius stem and root rot, Cercospora streaking spot, Corticium disease, Cordana leaf spot, Helminthosporium black-spot, and ring spot occur, more or less, every year, but they do not yet cause heavy loss to the banana plant so far in Taiwan.

Root knot is very common disease in all plantation, but has not been noticed by banana growers, because no conspicuous symptoms appeared on the upper parts of plant body above ground.

Sun scald, chilling and smoke injure also occur every year, but they are rather limited in distribution and conditioned by environmental factors.

Besides the banana diseases mentioned above, other fungi as Periconia on Cordana leaf spot, Aspergillus, Penicillium and Fusarium on fruit are frequently observed, but they are saprophytes, so far as the author is aware.

STUDIES ON PURPLE SPOT OF SOYBEAN

by

YOU—SHIN HAN

CONTENTS

INTRODUCTION

The soybean, ***soja max*** (L.) PIPER [*Glycine max* (L.)MERRILL], is one of the major crops in Taiwan. The author has reported that the soybean crop has been damaged by various diseases in recent years (22.) During the summer of 1956, the purple spot fungus was found attacking the soybeans on the college farm, T. P. C. A., Taichung, Taiwan, by the author. The symptoms and the causal fungus agree with previous reports concerned(3, 12, 15, 17, 19). According to field survey, it is recognized that the purple spot disease has become in recent years probably one of the principal causes of failure of soybean seed production on this island. The disease, commonly named purple seed stain, purple stain, purple speck, purple spot, purple blotch, purple patch, and lavender spot, has been reported by several workers throughout the world since 1921 (1, 2, 6, 7, 15, 17) .

Up to the present, however, no further information has been published on purple spot on this island so that practical and effective control measures are lacking. The present paper gives in detail the results on some of the studies on purple spot disease from 1957 to 1960 in the department of entomology and plant pathology at the T. P. C. A..

MATERIALS AND METHODS

The causal fungus was isolated from the infected parts of leaves, pods, stems and seeds of soybean variety Jukoku which were collected from the fields of the college farm and other areas in 1957. It seems that isolates are easier to obtain from purple discolored seeds than that from the other materials.

The infected seeds used in isolation were dipped in fifty percent alcohol, then soaked 2 to 4 minutes in mercuric chloride (1:1000) and finally washed 3 or 4 times in sterile water. A forcep was used to transfer the individual unites into Petri-dishes which contained approximately 20 ml. of carrot agar. There are 4 seeds evenly spaced in each Petri-dish. After the work was finished, the Petri-dishes were kept in an incubator or at room temperature for a period of 4 to 8 days before final examination. The fungus grew slowly on agar plate. In media, the causal fungus is readily distinguished from most other fungi by its formation of purple colored pigment (2, 16, 17.) After the fungus mycelium extended on the surface of the plate, a sterilized spacula

The author wishes to express his appreciation to Prof. T. C. Lo and Prof. I. C. Lu for their interest, helpful suggestions and guidance during the period of work. Grateful acknowledgements are made to Mr. K. H. Tsai for providing some of the materials. Particular thanks are extended to Prof. D. W. Chen and Prof. S. K. Sun for their reading of the manuscript.

was used to transfer the mycelium mat into a test tube containing the slant of carrot agar. Thus, the pure culture may be obtained through the identification of inoculation. The virulence of the fungus was tested throughout the investigations. Several tests were carried out in connection with inoculations. Susceptible soybean variety Jukoku was used throughout the experiments unless otherwise mentioned. On the experiments of varietal susceptibility, a great many varieties were employed. The plants tested in this study were cultured in pots and in fields under natural conditions, or the plants were kept in a green house if needed. The materials and methods mentioned above are commonly employed throughout the experiments, and the other methods used for the special purples will be mentioned later in the respective paragraphs and sections.

OCCURRENCE AND DISTRIBUTIONS

Liu reported in 1947 that isolates from 420 diseased seeds of the early yellow seed variety from Tanyang, Kiangsu, China, approximately 12 fungi associated

Table 1.——*Distributions and severity of purple spot in Taiwan (1957—1960)*

District	Localities
Taipei	Taipei*
Hsinchu	Hsinchu*, Yimin*
Taichung	Tsaotun**, Hsinsheh**, Takeng***, Shalu**, Yuehmei***, Wantouliu*** Wuryh****, Wufeng****, Peitun****, Fengyuan****, Taichung******
Changhua	Ellin*, Hsiushui***, Yungching***
Chiayi	Talin*, Suantou*, Howsho*, Chiayi**, Mayuan***, Tapumei***
Yunlin	Touliu*, Huwei***
Tainan	Chekan*, Kantzutau*, Wanli*, Matou*, Chouhsing*, Wushulin*, Annei* Hsinying*, Tainan**, Chiali**
Kaohsiung	Fengshan*, Hsiaokang*, Taliao*
Nantou	Nantou**
Pingtung	Pingtung*, Nanchow*
Taitung	Taitung*
Hualien	Hualien*

Remarks on percentage of infection on seeds: *=0-5%;**=5-10%; ***=10-20%; ****=20-50 %; *****=50-70%; ******=70-100%.

with discoloration of soybean seed. Among them 12.62 % were caused by *C. kikuchii* (13). Lehman reported that since 1940 the percentage of purple stain seeds in North Carolina has greatly increased and some of the varieties were found affected in 1949 (12). Kilpatrick reported the purple seeds stain fungus averaged 50% of the total isolates for the years from 1951 to 1954 (8, 11). A brief report stated that a high percentage of purple spot seed occurred in Toucheng, Ilan, Taiwan, about 23–36% on the variety Pelican; 32.0% on Acadian and 56.0% on Palmetto were damaged in 1958 (21). So far as I know many economical varieties were very susceptible to purple spot disease. Matsumoto and Tomoyasu reported that soybean purple spot has been observed to cause considerable damage in Japan (16.) During the period of 1957 to 1960, most of the important soybean growing areas in this island have been visited many times by the author. A survey of soybean diseases made proved that the purple spot occurred seriously and wide spread. It showed that the disease was prevalent in the central part of the island, especially in the district of Taichung. The percentage of the diseased seed increased year by year in Taichung area at that time (see Table 2). According to the survey, the author found that the purple spot occurred all year round, even in different seasons.

Table 2. ——*Percentage of infection of purple spot seed on Jukoku variety caused by C. kikuchii in Taichung from 1957 to 1960*

Growing period / Years	Spring	Summar	Autumn
1957	49.8	22.3	10.4
1958	70.8	50.5	40.1
1959	97.3	87.1	34.7
1960	80.3		

SYMPTOMS AND SIGNS

The fungus attacks the parts of the plant above ground, such as leaves, petioles, stems, pods, seeds and cotyledonary leaves. On the leaf, spot lesions are subcircular to irregular in form, limited by veins, often along the margin of the leaf, 1–15 mm. in diameter, sometimes covering the entire leaflet. The color may be pale brown, tan, or a tiny gray center with a reddish brown to violet margin. One or numerous spots on the leaf may turn the entire leaf ye-llow to brown, after which it shrivels and dies. The leaf may curl and drop from the plant. When the attack of the fungus pathogen reaches a certain stage of severity, effuse, gray colored fruiting bodies of the fungus ordinarily show on both sides of the leaf surface as well as on the surface of the pods,

petioles or tender stems of the host plant. The fungus layer may be so minute in dry season that a hand lens is required to detect it. Under a hand lens, single or clustered groups of dark conidiophores are easily observed. The symptoms on the stems and on the petioles are not similar to that on the leaf. Lesions are lanceolate to oblong in shape without a well demarcated margin between the heathy part. The size of the discolored area varies greatly, often 3–40 mm. long and 2–8 mm. in width. On the pods, the purple spot may be small and irregular in form, but often the entire surface of the pods is discolored into dark purple-brown to purple black color if the fungus attacks the highest susceptible variety of soybean. On the seeds, the symptoms can be distinguished clearly by irregular purple blotches on the surface of the seed coat. The size of the discolored lesions varies with the disease severity, and usually the entire surface of the seed coat may be purple stained. The color of the disease area may be uniform or not. Sometimes light to dark purple, transverse-centric rings are formed. In most of the cases, the purple lesions which appeared began from the pole of the seed. So that the rings mentioned above are arranged just along the transverse of the seed (see Fig. 1-C). If half or the whole surface of the seed coat were damaged, consequently, the coats of many seeds were often cracked and nicked in the late stage so that the cotyledons may be seen through the cracks. On the observation of harvested seeds, only a bit of cotyledons was attacked by the fungus. The symptoms on the



A.

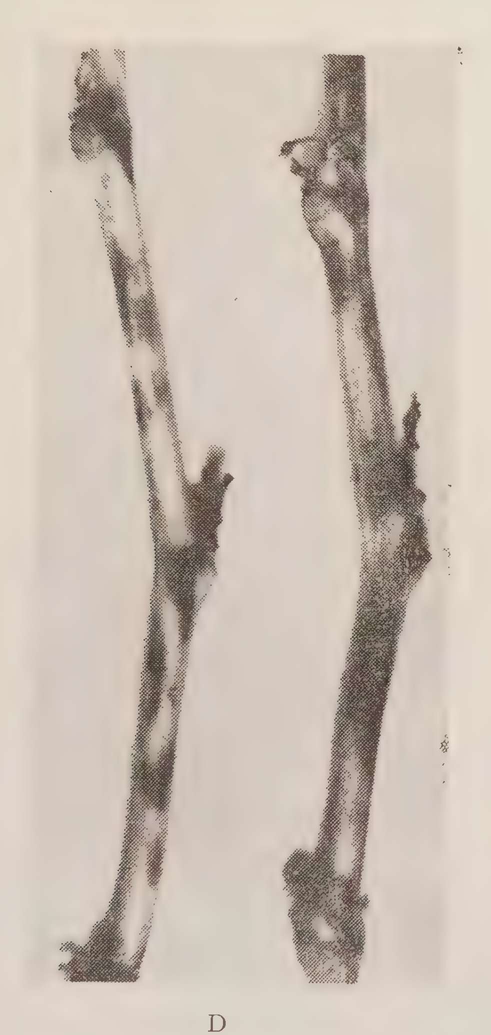
cotyledons, however, are closely similar to that on the seed coat but there are no cracks. The fungus also attacks the seedlings if infected seeds are sown; many brown to purple spots form on the cotyledonary leaf, commonly 0.3–2 mm. or less in diameter. The diseased tissue shrinks and the surface of the lesion depresses. Finally it may shrivel and result in earlier cotyledon dropping.



B.



C.



D

Fig. 1—Symptoms produced by Cercospora kikuchii on soybean. A) Pod lesions. B) Leaf lesions. C) Uninfected seeds and diseased seeds showing purple discoloration, cracks and nicks. D) Stem lesions.

CAUSAL ORGANISM

The morphology of this causal fungus is described briefly as follows (see Fig. 2, 3) :

In infected tissues, the young hyphae of the causal fungus are thin-walled, hyaline, slender, commonly 1.5–3 μ. in width, septated. Sometimes granular substance is included in the cells. After a period of growth the hyphae become thicker, pale to median brown colored, and with more septates. Later in the advanced stage, the hyphae are orange-brown to olive-brown. Hyphae on the surface of the seed coat, under moist conditions, produce thick-walled cells in chains which are olive-brown colored. Matsumoto, Tomoyasu, and Murakishi called the thick-walled cells in culture the chlamydospores (15, 16, 17). In the laboratory no fungus sporulation occurred on the media. However, Matsumoto reported the conidia were formed in cultures (15). The fruiting bodies of the causal fungus described here are observed from the fruiting layer collected on the surface of diseased plant parts under natural conditions. On the leaf, fruiting bodies amphigenous were more abundant on the under surface. Conidiophores rise as stalks from the stroma, light to median brown colored, 4–29 fasiculate, not branched, cylindrical, geniculate, sometimes in gun-barrel form, 1–4 septate 21–167 μ. × 3.0–5.4 μ.(average 75 μ. ×4.5 μ). Conidia hyaline, thin walled, aci,-culate-obclavate taper toward the tip, truncate to subtruncate at the base, tip obtuse to acute, furnished with 3–23 septa, 33–321 μ. × 2.1–6.0 μ.(average 46.5 μ. × 3.0 μ.). On the seed coat the conidiophores, generally, arise singly as branches from procumbent thread.

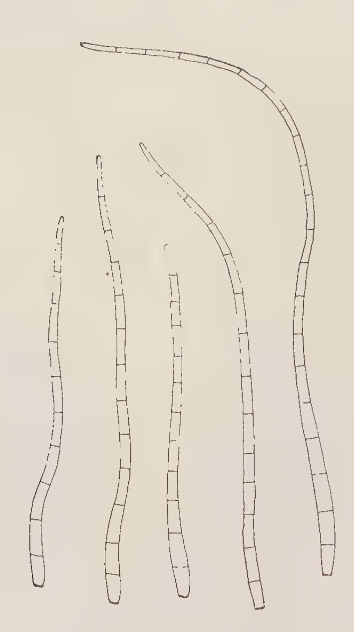


Fig. 2.—*Photomicrographic drawing of Conidia of C. kikuchii* (*about 500* x.)

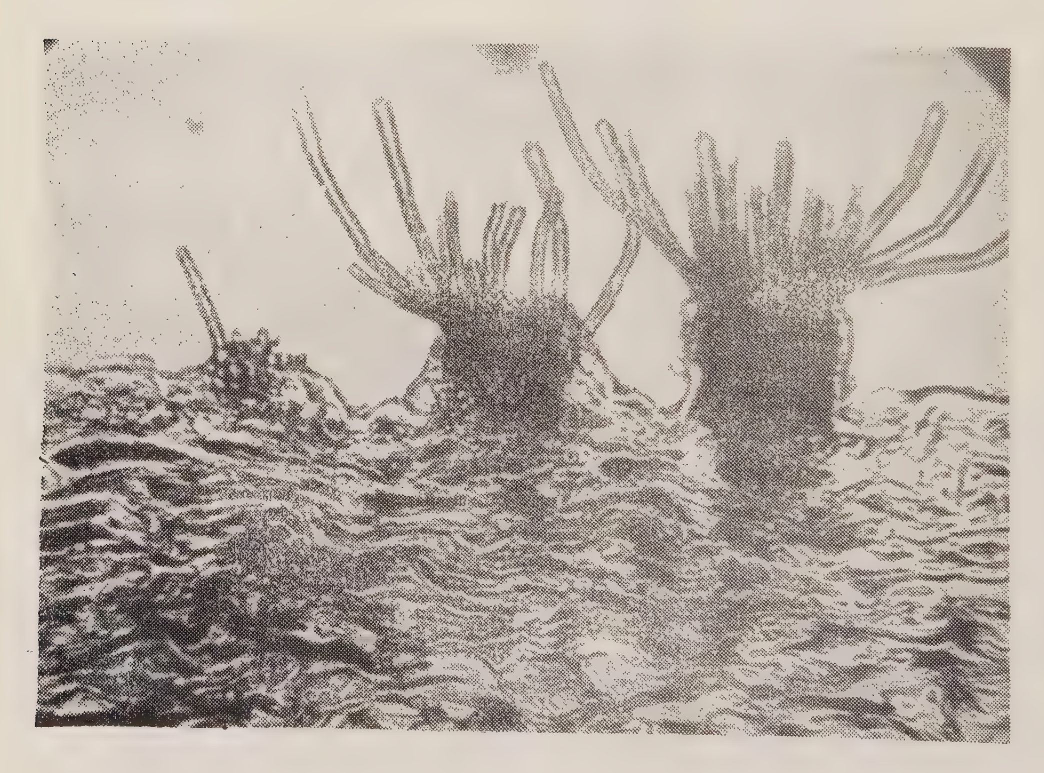


Fig. 3.—*Conidiophores of C. kikuchii arising from pod.* (*about 500* x.)

Stroma are formed by much of the thick-walled cells. They are brown to jet-black, irregular in shape and of different sizes. On the leaf the stroma are just below both sides of the epidermis, usually beneath the inner part of the stromatal openings, generally consisting of a few stromatic cells.

On the pods as well as petiole, the stroma are larger than those at other parts. Under the stroma much of the thick walled cells are formed in chains from the procumbent mycelia.

Matsumoto and Tomoyasu, in 1925, reported that the causal organism of the purple spot was first isolated from diseased materials in 1923 and determined as a new species of *Cercospora*,*C. kikuchii* (16). Lehman reported that purple spot of soybean seeds was caused by the fungus *Cercospora kikuchii* (12). Murakishi confirmed the identity of causal fungus to be *C. kikuchii* (17). Kilpatrick and Johnson, and John reported that many isolates of *Cercospora* species from different host species produce a pink to purple discoloration of the soybean seeds similar to that produced by *C. kikuchii* if inoculations were made under field conditions. They concluded that purple spot of soybean seeds could be incited by several species of *Cercospora* upon entrance into soybean pods. Whether these same *Cercospora* species incite purple stain of soybean seeds in the field or not remains unknown. But they denoted only *C. kikuchii* has been isolated from field-collected soybean seeds showing purple stain symptoms (6, 10, 11). Sherwin and Kreitlow's experimental results indicated that *C. kikuchii* and *C. sojina* differed markedly both in cultural characteristics and in spore dimensions (20). In this island,Sawada recorded purple stain of soybean seed was caused by *C. kikuchii*(19.) Several isolations were made from the infected materials collected from the field by the author showing that only *C. kikuchii* incited the soybean seeds to be of purple discoloration, and no other *Cercospora* species were isolated to cause the same symptoms. By morphological studies and cultural characteristics of the causal fungus, the author has established that the present organism is identical to those of the previous reports (1, 16, 17, 18, 19). The data about some of the physiological tests were omited in this report.

TESTS OF GERMINATION OF THE DISEASE SEEDS

The materials used in germination tests were selected from diseased seeds which were divided into seven disease grades according to symptoms which appeared on the seed coat (see Fig 1-C). Seeds of each level were planted in pots in triplicate. Each test was repeated 3 times. The results of these tests shown in Table 3 were arranged under the percentage of germination and the severity of the symptoms on cotyledons. Observations for this object were made at the end of 10 days after seed emergence. The tests suggest that, in general, the percentage of germination is correlated positively with the disease

grades if the seeds are seriously diseased. In point of average growth no significant difference appeared among the disease grades. The results, however, showed that there is no close similarity to the previous report (4). The prevalence of disease on the cotyledons was correlated positively in proportion to the disease degree. Observations were made upon the conidial stage produced on the seed coat. It is apparent that production of conidial stage becomes visible when the soil retains much moisture and the weather is cloudy. Spores on the seed coat may be a source of primary inoculum. The observations clearly show that fungus in or on the seed could be a source of primary infection.

Table 3.——*Germination test of infected seeds caused by C. kikuchii*

Disease grades*	No. fo seeds	No. of germination	Percentage of germination(%)	Percentage of infection on cotyledons(%)	Average plant height 12 days after emergence (cm.)
0 (CK)	140	135	96.4	29.6	14.0
1.	140	138	98.5	19.5	15.0
2.	140	139	99.2	30.9	15.5
3.	140	135	96.4	37.7	16.0
4.	140	135	96.4	53.3	15.0
5.	140	133	95.0	66.1	14.5
6.	140	118	84.2	78.8	14.0

Notes : * *Disease grades: 0= no infection. 6= Heavy infection.*

TEMPERATURE IN RELATION TO THE GROWTH OF THE PATHOGEN

1. Sporulation: Several workers in an effort to induce sporulation of *C. kikuchii* in pure culture was unsuccessful and some of them got a positive result (5, 6, 15, 17). An attempt to obtain sporulation of *C. kikuchii* was made by the author. Of the several kinds of media (carrot agar, potato agar, corn meal agar, oat agar, kidney bean agar, and onion agar) the fungus grew well on carrot agar and on potato agar but spore numbers were not specified in each microscopic field. On the other hand, the diseased seeds collected from the field under natural infections were used as materials for this investigation. The seeds selected, uniform in disease degree, were surface-sterilized by immersing them briefly in 50% alcohol in order to reduce contamination before test. Then the seeds were kept in Petri-dishes which contained moistened

filter paper in the bottom. The temperature factor determined in the incubators ranged from 5° to 40°C with 5°C intervals. Finally, the seeds were washed by means of a given volume of distilled water after 4 days incubation when matured-conidia were formed. Two drops of the condensed spore suspensions were examined under microscope. The amount of spores were determined by counting the conidia in the microscopic field. The results given in detail in Fig. 4 are the average of 3 tests. It showed that spore production occurred at 10° to 35°C with an optimum at 20° to 25°C, and only sparsely at 10° C and 35° C. No spore occurred at 5°C and above 35°C. This method of cultivation proved to be sufficient for the production of large quantities of inoculum if newly harvested seeds were chosen.

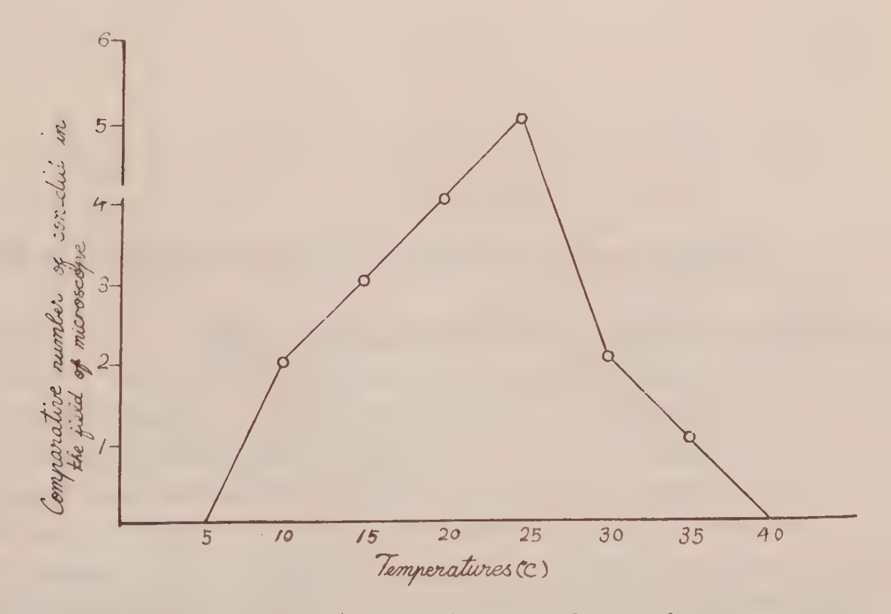


Fig. 4 ——*Spore production on seed coat under various temperatures*

2. Temperature in relation to spore germination.: Spore germination tests were made at eight temperatures ranging from 5° to 40°C with an interval of 5°C. All germination tests were conducted on microscopic slides that contained paraffin wells. Two drops of spore suspensions were placed within each paraffin well. The process was repeated so that three paraffin wells were deposited on each microscopic slide. Each slide so prepared was then placed in a Petri-dish moist chamber and incubated at eight temperatures for 18 hours. The results of the tests are given in Fig. 5. This result shows a relationship between temperature and rate of spore germination. Good germination occurred at 10° and 35°C. Germination started after 18 hours at the two temperature extremes of 10° and 35°C and the germ tube at those temperatures were very short. Percentage of germination was considerable higher at 20° and 25°C. No spore was germinated at 5°C and at 40°C.

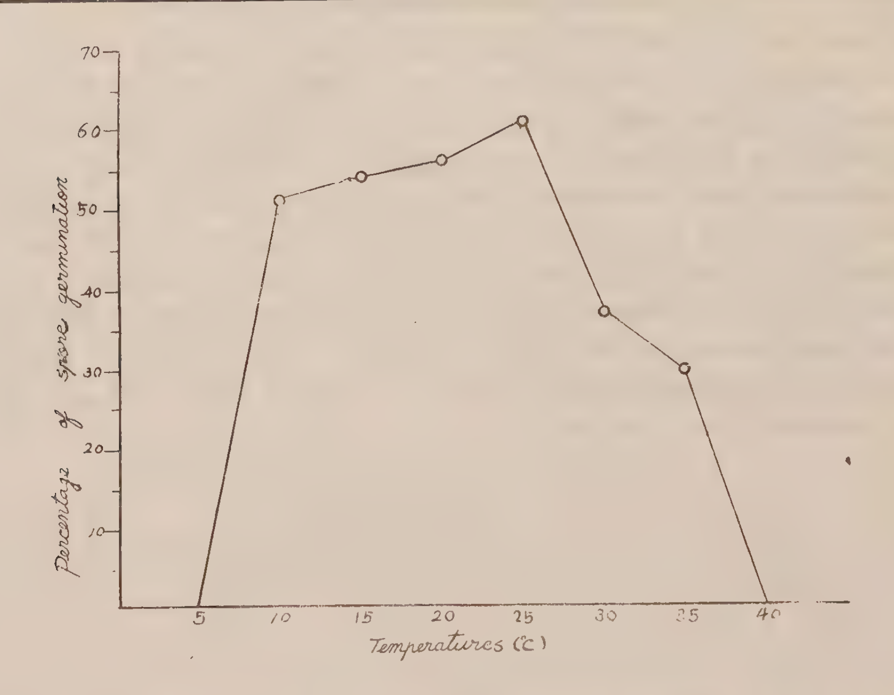


Fig. 5 ——*Temperature in relation to the spore germination of C. kikuchi*

3. Temperature in relation to the growth of the pathogen: The causal fungus which was isolated from the infected seeds collected at Taichung in June, 1958 was used for this experiment. Isolations that proved to be exceedingly virulent were used throughout the experiments. Effect of different temperatures on the growth of the organism was determined by growing the causal fungus in 90 mm. Petri-dishes containing about 20 ml. of carrot agar. Experiments were designated to determine the optimum temperature for the growth of the pathogen in pure culture. Inocula were seeded centrally with one 2 mm. square of agar supporting actively growing mycelium taken from the margins of actively growing colonies. Cultures were grown at eight different temperatures ranging at 5°C intervals from 5° to 40°C. Ten duplicate plates of the *C. kikuchii* isolates were incubated at each temperature during each experiment. The fungus was tested four times at each temperature. Two methods were used to determine the results. One method was to measure the radial growth of the fungus colony diameter. The measurements were taken every 48 hours along two diameters of the colony at right angle during the entire period of the test. The second method was determined by mycelial dry weight of the fungus when colonies covered the whole surface of the plates in the Petri-dish. In all of the experiments, two methods were used at the same time. In general, after the measurement of colony diameter was finished, the cultures were removed from the Petri-dish by placing the colonies in a large dish containing about 200 ml. of distilled water and were then placed in an autoclave for a

moment until the agar was disolved. The colonies were then removed and washed two times in hot water. Mycelial dry weight was weighed in analytical balance after the colonies had been dried for at least 24 hours at temperature between 90° -100°C. Results of this experiment are given in Fig. 3. It shows that very little growth occurred at 10° and 35°C, the fungus grew best at 25°C, no growth occurred at 5°C and at 40°C on the basis of colony diameter. In the determination of mycelial dry weight, the results are closely similar with colony diameter.

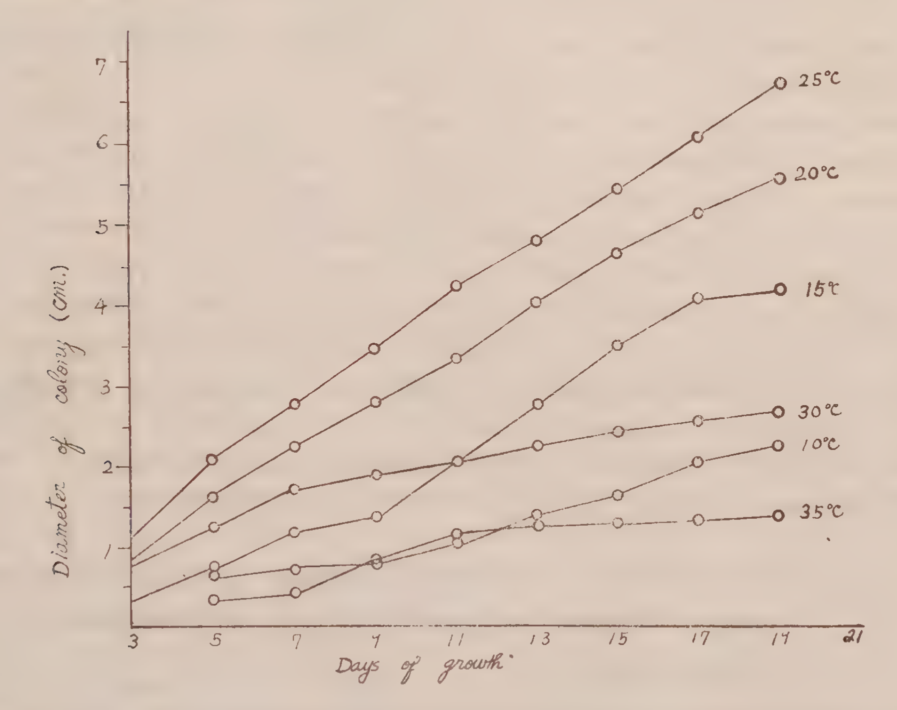


Fig. 6——*Temperature in relation to the growth of the pathogen*

EFFECT OF DISTILLED WATER, TAP WATER AND RAIN WATER ON GERMINATION OF CONIDIA

In attempt to determine the influence of different kinds of water on germination of spores, three kinds of water were used; they were tap water, distilled water, and rain water. Spore germination tests were carried out by the same method mentioned before. The results are shown in Table 4. It shows

Table 4. ——*Germitability of the spore of C. kikuchii in three kinds of waters*

Rain water	Tap water	Distilled water
80%	85%	71%

that excellent germination occurred in each of the three kinds of water. There are 80–85 per cent spores produce germ-tube in tap water and in rain water. Only 71 per cent of the spores germinated in distilled water. On observation of the length of the germ-tube only a slightly difference occurred between different kinds of waters. But, it seems that the length of the germ-tube is in proportion to the per cent of germination.

INFLUENCE OF RAINFALL TO THE SEVERITY OF DISEASE

Some observations were made in the field. Since 1958–1960 the disease developed seriously if rain came 7–10 days before harvest. It was recorded that soybeans growing in different weather conditions got different percentages of infections. In 1960, two crops were planted on the college farm. The disease percentage of the two crops were counted after harvest. It showed that the former crop suffered a higher infection apparently than the later crop (Table 5). Although the temperature was different between the two crops, but the difference was so insignificant that it seems to be negligible. Before the first crops was harvested, it rained five days On May, but there was no rain before the second crop was harvested. Therefore, it seems that the rainfall would be related intimately to the spread and the occurrence of the pathogen. On the other hand, it appears that the disease percentage in summer, which was higher than in winter may be correlated with the rainfall too.

Table 5.——*Results of observation on disease severity influenced by rainfall (numbers in the Table are the percentage of infection on seeds)*

Soybean strains	Crop I. (20, Feb.)	Crop II. (5, March)
E-27	30.19	15.10
E-31	16.57	
E-32	9.99	8.11
E-44	21.02	11.10

An experiment was made in determining the relationship between rainfall and the disease severity. The experiment was undertaken in the field by spraying water with an atomizer on soybean plants. An equal volume of 750 ml. water was used in each treatment. Timed application of the water treatment is divided into three periods, they are: (1). applied at 7 days intervals (t_1), (2). applied at 10 days intervals (t_2), (3). applied at 14 days intervals (t_3). The data was presented in Table 6. It was apparent that water application

could comparatively increase disease severity. The percentage of purple spot in check plots was lower than treated plots. Water applied at 7 days intervals gives a higher percentage of purple spot on seed than that at 10 and 14 days intervals. This result explains that rainfall is an important factor in determining the prevalence of infection and the development of purple spot.

Table 6.——*Result of water application in relation to the severity of purple spot*

Treatment \ Replication	1	2	3	4	Average
T_1	12.9	12.1	12.8	12.6	12.6
T_2	12.0	11.6	11.5	11.8	11.7
T_3	11.0	9.8	10.2	10.6	10.4
CK	9.2	8.5	8.3	8.5	8.6

DISEASE INCIDENCE AS AFFECTED BY AGE OF THE PLANTS

According to the field observation, it seems that the amount and severity of purple spot is roughly proportional to the age of the plants. In order to determine the age at which infection can take place, or to determine the relation of plant age to *C. kikuchii* incidence, inoculations by means of mycelial suspensions were made. In each case, an equal volume of inoculum was used sor each treatment. Soybean varieties of Jukoku, Tanner, Ogden and Fuchientatou were employed in this experiment. Uninfected seeds of soybeans were town as usual, spaced 8 cm. apart in pots of 8 in. in diameter. The soil used was unsterilized. Plants were planted at intervals from late June to mid-September. In order to avoid the effect of prolonged periods of poor illumination in a moist chamber, inoculations were made in situ in the greenhouse instead of in high-humidity chamber. Moisture was maintained by spraying water with an air compressor. Abundant infection occurred when the myceial suspensions were sprayed on the surfaces of the leaves with an atomizer at a pressure of 4 $KG./Cm^2$. Observations were carried out daily for 7 days after inoculation, and final readings were taken at the 14th day. The results of this experiment are given in Table 7 and in Fig. 7. It was clear that old leaves of the plants were highly susceptible, whereas younger leaves were tolerant, and between these there were various degrees of susceptibility to the infection of purple spot organism. At the same time, the lesions on the older leaves were extensive and spreading, while on young leaves they generally remained small and rarely exceeded 1 mm. or less in diameter. The amount of the disease was considerable less or no infection took place when inocula were

applied 11 days after emergence. It was apparent that the soybean growing to bloom stage would be suitable for the infection of purple spot disease. We may conclude that the plants tend to increase their susceptibility to infection as they grow older.

Table 7.——*Average number of lesions on lower leaves 14 days after C. kikuchii inoculum was applied to different age of soybean plants*

Planting	Plant age (days after emergence)						
	5	11	20	28	41	53	75
1	0	0	1	8	19	32	75
2	0	0	0	6	16	28	68
3	0	0	4	12	34	45	92

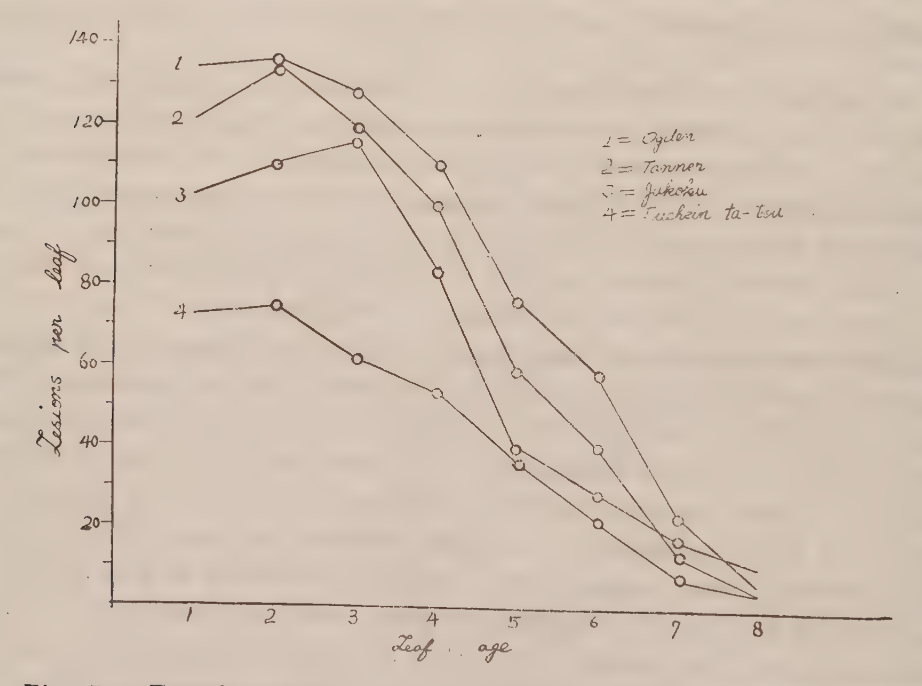


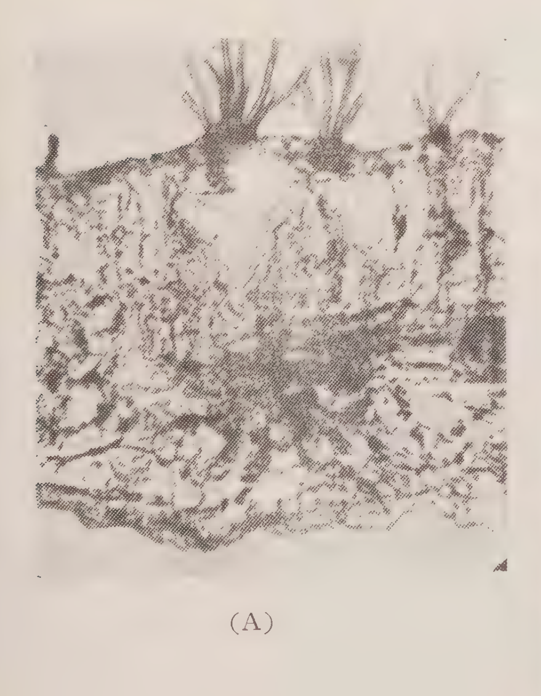
Fig. 7——*Relation of leaf age of soybean plants to the infection of C. kikuchii (Leaf one is the oldest)*

HISTOLOGICAL STUDIES OF THE DISEASE

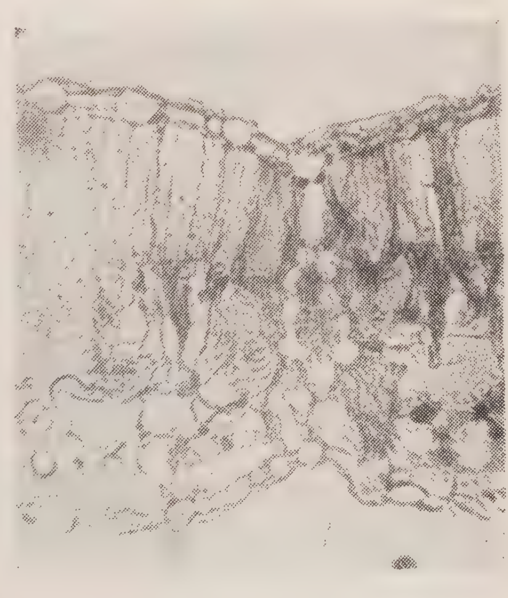
Histological studies of soybeans affected with the purple spot disease were initiated to provide a basis for a better understanding of the destruction

of tissues and to determine the extent of tissue involvement. In these studies, diseased materials such as leaves, pods, and seeds of Jukoku variety were collected from the field when showing different degrees of disease symptoms. Free hand section of the diseased materials were made. Sections were stained with cotton blue and safranin separately. Microscopic examination of the prepared sections revealed as follows:

Upper and lower epidermal cells, the palisade cells and the spongy parenchymatous cells of the leaf were one layer thick. Cells in uninfected leaf tissue were regularly arranged, whereas cells in infected areas were disorganized. As infection progressed, the cell walls tended to break down and the arrangement became irregular. On the other hand, the palisade cells and spongy parenchymatous cells showed collapse in form with abnormal arrangement. With the exception of the vascular bundles, the fungus grew intercellularly in disease tissues where lesions had been formed. Since the diseased areas were limited sometimes by the vascular bundles in the late stage of disease development, the mycelium grew clustered and the psuedoparenchymatous cells were formed as a mass from the procumbent mycelium under the epidermis. They were brown in color and irregular in shape. Most of them grew by the side of sub-stomatal cavity of the host and thus constituted the



(A)



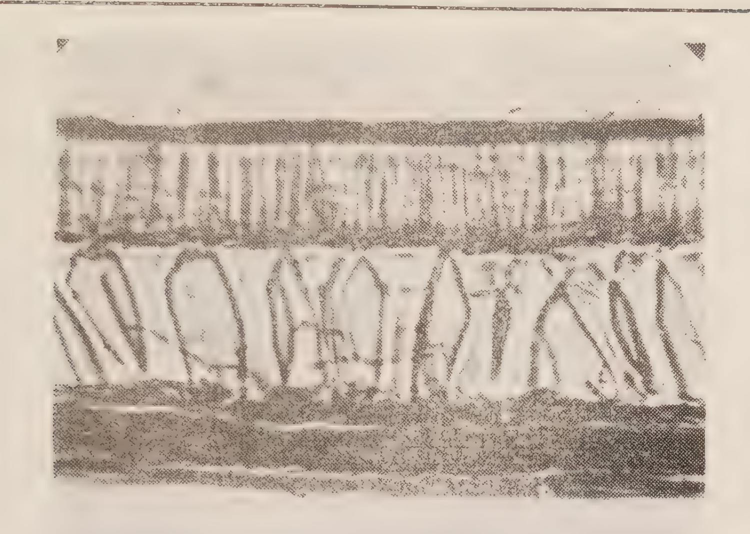
(B)



(C)



(D)



(E)

Fig. 8—*Transverse section of soybean plants infected by C. kikuchii showing destruction of the tissues and the causal fungus. A) Section of leaf. B) Collapsed tissues (right) and healthy tissues (left) of the leaf. C) Section of pod. E) Section of seed coat.*

base of stroma. The majority of the conidiophores emerged from the stomatal opening of the epidermis either on the upper or lower side.

On the anatomy of diseased seed coat, four layers of tissues were arranged constantly. They are palisade tissue, column cells, spongy parenchyma, and aleurone layer. The causal organism attacks all of the layers, but it seems that the mycelium grow sparsely in the outer layer, because there is less intercellular space. The surfaces of the cells become stained by soluble purple pigment secreted by the organism. Thus the diseased seeds become purple colored. Direct penetration of the mycelium into the cells has not been seen yet. Lots of mycelium were clustered in the spongy parenchymatous layer. Some of them were arranged around the column cells. The diameter of the mycelium was larger than those in the other part, and they were not too much branched, hyaline, or light to purple colored. In the inner, aleurone layer, mycelium are hyaline, highly branched and grown into masses (sames to the spongy layer). In addition to the palisade layer, cells of the seed coat were broken.

VARIETAL SUSCEPTIBILITY

Field observations were made mainly in Taichung and Pingtung. The results of two years observations are summarized in Table 8 and Table 9. Degree of severity is determined by counting the number of lesions on leaves, pods and

Table 8.——*Susceptibility of varieties and strains of soybean to purple spot on leaf due to natural infection*

Infection* grades	Varieties and strains** of soybean
0	Pingtung green bean, Acadian, Pingtung-chu-tzu-tou, Improved pelican, Manchu, Kaohsing No. 1, Kaohsing No. 19, Black bean, Kanto No. 13, Bilofield, Mis. 28 EB, Chichibu musheachin, Dortchsoy 2 Gr. 2, Hale Ogden Gr. 1, Mandarin, Seminole T. M.3234, etc.
I	Mikuni, Akasaya Kanjoe, Laredo, Wabash, Lincohn, Kuradaizu, Wakajima, C. N. S., E-32**, E-26, F-7, F-16, T. P. C. A. No. 1, F-19, D-4, C-30, F-42, F-4
II	Kanto No. 11, Palmetto, Kanto No. 14, Seijiyou, Beigaku, Ani, Sauseidaizu No. 1, Mamotan 6680, Jackson No. H47-3479, Medium Gr. 2, Okuba No. 13, E-31, E-27, E-44, E-81, F-31, F-14, Pch-tatou
III	Qinoue No. 50, Roanoke, Oushokuakidaizu, Pintung black bean, Hikuanda, Kyaukin Tanishiinu mame, Akasaya, Tokachinagaba, Kira No. 7, Akidaizu No. 3, Tamanishiki, Yhiyodaizu, A-67, E-65, E-49
IV	Tatii No. 13, Jukoku, Hikoudaizu, Hakukuwasaki No. 1, Roukokujun No. 1, Taiwan black bean, Jackson, Rich land, Kanto No. 10, Kuwakaibarasei No. 1, Nolin No. 3, Nolin No. 2, Kanto No. 8, Yugakimame, A-67, E-11, E-33, E-40, E-59, E-60, E-62, Wisconsin, Arksoy

Notes:

* *Infection grades: 0= Resistant, I= Slightly resistant, II=Susceptible, III= Moderate susceptible, IV= Highly susceptible.*

** *Soybean strains which were breed by Prof. E. C. Lou in Taiwan Provincial College of Agriculture. E= T. P. C. A. No. 1♀ × Beigaku♂, F= T. P. C. A. No. 1♀ × Kyoumeizairai♂, C= T. P. C. A. No. 1♀ × Mikuni♂ D= T. P. C. A. No. 1♀ × Avoyelles.*

seeds under natural infections. Another experiment was carried out in the green house by inoculating soybean varieties with mycelial suspensions. The results are summarized in Table 10. As seen in Table 10, it is clear that there is a considerable varietal difference in susceptibility. Most of the ecconomical varieties are non-resistant. Varieties such as Tanner, Rich land etc. were found to be highly susceptible to the causal fungus, while Acadian, Palmetto, C. N. S. and C-30 seem to be resistant or slightly susceptible.

Table 9.——*Results on survey of susceptibility of soybean varieties and strains to purple spot on seed by natural infection*

Date: July, 1958

Varieties and Strains	Total		Healthy seed			Purple spot seed					Other disease seed	
	I	II	I	II	III	I	IV	II	V	III	I	IV
Kanto No. 10	3721	428.10	2385	260.10	0.114	1291	34.50	163.4	38.15	0.134	45	10.51
Pingtung chu-tzu-tou	10285	645.40	9998	632.10	0.063	91	0.80	4.9	0.75	0.053	196	1.92
Palmetto	6383	709.00	6005	481.00	0.113	98	1.59	11.2	1.95	0.115	280	4.56
Huang-bou-chu	3240	537.84	2673	473.04	0.176	427	13.17	88.50	16.25	0.207	140	4.32
Rich land	2031	329.23	1395	217.00	0.155	577	28.40	103.32	31.35	1.880	59	2.90
Hakukuwasaki No.1	3936	750.60	3234	602.45	0.186	610	15.49	135.52	18.05	0.222	92	2.33
Oushokuakidaizu	3201	579.70	2616	463.76	0.177	375	11.40	85.56	14.78	0.228	210	6.56
Tso-ta-tou	2935	394.23	2743	378.66	0.134	135	4.56	13.58	3.55	0.100	57	1.94
Mikuni	7533	980.00	7533	980.00	0.130	0	0	0	0		0	0
Akidaizu	2498	649.20	2466	460.80	0.186	366	14.65	70.20	10.81	0.190	666	26.66
Jukoku	3981	1035.00	1371	291.00	0.212	1981	49.76	633.00	61.06	0.319	619	15.57
C. N. S.	5966	660.84	4299	471.97	0.109	628	10.53	89.28	13.51	0.142	1039	17.41
T. P. C. A. No.1	4465	535.00	3135	500.00	0.159	130	2.91	15.00	2.80	0.115	200	4.47
Jackson	100		45			45	45.00				10	1.00

Notes: I=number of seed. II =Weight (gr.). III= average weight per seed (gr.). IV=percentage among total number V= percentage among total weight.

Table 10.——*Susceptibility of varieties and strains of soybean to purple spot on leaf by artificial inoculation*

Infection* grades	Varieties and strains**
0	Acadian, Palmetto, C. N. S., C-30
I	Pingtung-chu-tzu-tou, Akasaya, Beigaku, Mikuni, D-14, E-49, F-19
II	Kanto No. 11, Kanto No. 13, Kaoshung No. 8, Dortchsoy 2 Gr. 2, Jackson, Tokachi Nagasaya
III	Fuchein ta-tou, T. P. C. A. No. 1, Kanto No. 8, Kanto No. 10, Hakukuwasaki No. 1, Laredo, Akidaizu No. 3, Ark-soy, Seijiyou, Oushokuakidaizu, Roukokujun No. 1, Jukoku, Wushah black bean, Improved pelican
IV	Tanner, Ogden, Kirasaki, Rich land, Roanoke, Nolin No. 3, Shinmejilo

*Notes: * Infection grades: See Table 8. ** Varieties and strains : see Table 8.*

FIELD CONTROL EXPERIMENT

The purpose of this work was to seek a fungicidal control measure and find out its proper time of application for the control of purple spot. The experiment was made in the field during May and June, 1959. Since in the summer of the year, purple spot is usually serious, no inoculation was given before treatments. Susceptible soybean variety of Jukoku was used in this study. Seeds were planted in 3×2 m. plots, each plot containing 4 rows with 2-3 seeds in each hole. There were 39 treatments with 4 repetitions. For convenience, name of fungicides, their chemical composition and concentrations used are given in Table 11.

Table 11.——*Fungicides tested at T. P. C. A. for control of soybean purple spot*

Fungicides and its dilute concentration	Composition
Fumiron tablet, (1:1666)	Phenylmercuri-p-toluenesulfononilide ethylmercuri-phosphate ethyle mercuric urea 5%, innert ingredients 95 %
〃 , (1:1028)	〃
Dithane Z-78, (1:400)	Zine ethylene bis-disdithiocarbamate 65%, innert ingredients 35 %

Dithane M-22, (1:400)	Manganese ethylene bis-disdithiocarbamate 70 %, innert ingredients 30 %
Orthocide 75, (1:400)	Captan 75 %, innert ingredients 25 %
Senden mercuric Bordeaux mixture, (1:240)	Basic copper sulphate 29 %, phenyl mercuric acetate 0.3 %, innert ingredients 70.7 %
King mercuric Bordeaux mixture, (1:240)	Basic copper sulphate and copper arsenate 30%, phenyl mercuric acetate 0.3 %, innert ingredient 69.7 %
Yamamoto PMF, (1:1000)	Phenyl mercuric dinaphthylmethane disulfonate 10%, innert ingredients 90 %
Micron emulsion, (1:1000)	Phenyl mercuric acetate 5 %, organic solvent and emulsifier etc. 95 %
Orthocide 50,(1:400)	Captan 50 %, innert ingredients 50 %
Uspulun, (1:1000)	Methoxyethylmercuric chloride 4.5 %, inner ingredients 95.8 %
Phygon XL, (1:325)	Dichlone 50 %, innert ingredients 50 %

All the fungicides mentioned in Table 11 were used in an equal volume of 750 ml. per application at their own concentrations respectively. In order to find out the effective use and proper time of application, each fungicide was divided into 3 periods of application, (1). applied at 7 days intervals (T_1) ; (2). applied at 10 days intervals (T_2) ; (3). applied at 14 days intervals (T_3). Observations were made by surveying the disease severity and chemical injury of fungicides to the plants during the growing period. Fungicidal applications were begun at 30/IV (45 days after emergence). The date of times of application are given as follows: T_1: 30/IV, 7/V, 21/V, 28/V, 4/VI; T_2: 30/IV, 10/V, 20/V, 30/V ; T_3: 30/IV, 14/V, 28/V. The results are summarized in Table 12.

On the other hand, final evaluations were carried out by counting the percentage of infection of purple spot after harvest. The yield of all treatments were counted. The results of the experiments are detailed in Table 13 A and 14 A. In order to find the accurate result of the experiment, careful investigation by means of biometrical statics was employed. Statical analysis on disease percentage and yield are shown in Table 13 B and inTable 14 B. It may be concluded that the F-value of fungicidal

Table 12.——*Results of surveys on growth of soybean plants and on the effect of control of purple spot after fungicidal treatment during growing period*

Fungicides / Periods of Applicaion* / Replication		20, May Purple spot	20, May Fungicidal injury	4, June Purple spot	4, June Fungicidal injury	11, June Purple spot	11, June Fungicidal injury	Remarks
Fumiron tablet, (1:1666)	T_1	-	+	-	+	+	+	
	T_2	-	-	+	-	+	-	
	T_3	-	-	++	-	++	-	**
〃 , (1:1028)	T_1	-	+++	+	++++	+	++++	
	T_2	-	+	+	++	+	++	
	T_3	-	-	+	-	+	-	
Dithane Z-78, (1:400)	T_1	-	-	-	+	-	+	**
	T_2	-	-	-	-	-	-	**
	T_3	-	-	+	-	+	-	**
Dithane M-22, (1:400)	T_1	-	-	-	-	-	-	**
	T_2	-	-	-	-	-	-	**
	T_3	-	-	-	-	-	-	**
Orthocide 75, (1:400)	T_1	-	-	-	-	-	-	
	T_2	-	-	+	-	+	-	
	T_3	-	-	+	-	+	-	
Senden mercuric Bordeaux mixture, (1:240)	T_1	-	-	-	-	-	-	**
	T_2	-	-	-	-	-	-	
	T_3	-	-	+	-	+	-	
King mercuric Bordeaux mixture, (1:240)	T_1	-	+	+	++	+	+	**
	T_2	-	-	+	++	+	+	**
	T_3	-	-	++	+	++	+	**
Yamamoto PMF, (1:1000)	T_1	-	++	-	+++	-	+++	
	T_2	-	++	-	++	-	++	
	T_3	-	++	-	+	+	+	
Micron emulsion, (1:1000)	T_1	-	+	-	+	-	+	
	T_2	-	-	+	-	+	-	
	T_3	-	-	+	-	+	-	
Orthocide 50, (1:400)	T_1	-	-	-	-	-	-	
	T_2	-	-	-	-	-	-	
	T_3	-	-	+	-	+	-	
Uspulun, (1:1000)	T_1	-	-	+	-	-	-	
	T_2	-	-	+	-	+	-	
	T_3	-	-	+	-	+	-	
Phygon XL, (1:325)	T_1	-	-	+	++	+	++	
	T_2	-	-	+	+	+	+	
	T_3	-	-	++	-	++	-	**
CK	T_1	+	-	+++	-	++++	-	***
	T_2	+	-	+++	-	++++	-	***
	T_3	+	-	+++	-	++++	-	***

Notes:

* T_1=*applied at 7 days intervals*, T_2=*applied at 10 days intervals*, T_3= *Applied at 14 days intervals.*

** *Growing period prolonged.*

*** *Early defoliation.*

Table 13A.——*Percentage of purple spot seed of soybean grown in the field following treatment with various fungicides*

Fungicides	Periods of Application* / Replication	1	2	3	4	Average
Fumiron tablet, (1:1666)	T_1	4.3	6.8	6.2	6.4	5.9
	T_2	7.1	7.5	2.7	7.8	6.3
	T_3	9.5	1.3	9.8	7.0	6.7
〃 , (1:1028)	T_1	0.3	10.3	1.5	3.4	3.9
	T_2	3.9	3.5	5.7	7.3	5.1
	T_3	4.6	10.3	6.2	2.8	6.0
Dithane Z-78, (1:400)	T_1	5.7	6.5	4.9	12.8	7.5
	T_2	5.1	4.3	12.5	8.9	7.7
	T_3	6.7	10.9	9.1	24.9	12.9
Dithane M-22, (1:400)	T_1	4.4	1.4	1.3	3.3	2.6
	T_2	4.6	0.2	2.6	4.2	2.9
	T_3	2.8	2.0	1.9	9.6	4.1
Orthocide 75, (1:400)	T_1	3.8	4.0	6.3	7.3	5.4
	T_2	7.4	3.8	3.4	8.4	5.8
	T_3	3.2	7.3	9.9	2.6	5.8
Senden mercuric Bordeaux mixture, (1:240)	T_1	1.6	4.9	6.9	9.1	5.6
	T_2	10.5	11.2	13.4	13.7	12.2
	T_3	15.4	7.9	9.8	9.6	10.7
King mercuric Bordeaux mixture, (1:240)	T_1	4.1	10.1	2.6	20.0	9.5
	T_2	1.4	0.6	0.6	4.5	1.8
	T_3	4.2	7.9	12.8	14.0	9.7
Yamamoto PMF, (1:1000)	T_1	1.3	1.6	6.7	6.8	4.1
	T_2	3.2	3.8	4.0	3.7	3.7
	T_3	4.9	8.8	6.1	2.7	5.6
Micron emulsion, (1:1000)	T_1	1.0	2.6	4.6	0.4	2.6
	T_2	9.7	11.1	11.8	0.6	8.3
	T_3	6.5	12.1	5.2	2.1	6.5
Orthocide 50 (1:400)	T_1	2.7	7.2	4.1	4.8	4.7
	T_2	6.8	1.5	8.1	5.4	5.5
	T_3	0.6	7.5	5.6	6.1	5.0
Uspulun, (1:1000)	T_1	1.3	0.5	4.1	6.7	3.2
	T_2	3.6	3.0	8.7	4.8	5.0
	T_3	3.7	0.8	2.3	3.0	2.2

Table 13A.——*Percentage of purple spot seed of soybean grown in the field following treatment with various fungicides (Continued)*

Fungicides \ Periods of Application* \ Replication		1	2	3	4	Average
Phygon XL, (1:325)	T_1	2.2	0.6	1.0	3.2	1.8
	T_2	11.6	4.6	4.6	2.6	5.9
	T_3	3.7	0.9	3.8	3.1	2.9
CK	T_1	5.2	4.8	8.6	16.0	8.7
	T_2	11.2	8.7	9.8	10.0	10.0
	T_3	10.3	5.4	7.6	7.9	7.8

Notes: * *Periods of Application*:
T_1= *Fungicides applied at 7 days intervals*, T_2= *Fungicides applied at 10 days intervals*, T_3= *Fungicides applied at 14 days intervals*.

Table 13 B.——*Analysis of variance on disease percentage of different treatments*

Source of variation	Degrees of freedom	sum of square	Mean square	Observed F-value	Theoretical F-value	
					0.05	0.01
Replication	3	95.66	31.89	3.126*	2.68	3.94
Fungicides	12	824.43	68.70	5.725**	1.83	2.33
Periods of application	2	70.35	35.18	3.449*	3.09	4.82
Error	138	1407.49	10.20			
Total	155	2397.93				

Notes: *= *Significant at 5% level*. **= *Significant at 1% level*.

treatment is very significant. On the other hand, the results indicate that there are some differences between replication. So far as I know, this may be due to water distribution and different kinds of precrops in some of the plots. However, the object of this experiment was to search for effective control of purple spot, and check plots gave the higher amounts of purple spot with poorer yield than treated areas. Thus, the significance between replications would not be an important factor to evaluate the result of this experiment. F-value between periods of application are

Table 14 A.——*Yield(gr.)* of soybean seeds in June, 15th, 1959, following fungicidal treatment for control of the purple spot*

Fungicides	**Periods of application \ Replication	1	2	3	4	Average
Fumiron, (1:1666)	T_1	197.1	187.2	148.0	158.7	172.7
	T_2	161.1	200.0	141.0	155.4	164.4
	T_3	142.7	205.5	109.7	116.3	142.7
Fumiron, (1:1028)	T_1	179.0	203.8	156.4	114.5	613.4
	T_2	134.8	175.8	120.6	188.0	157.1
	T_3	139.7	207.0	210.0	178.9	183.9
Dithane Z-78, (1:400)	T_1	244.0	253.5	170.9	164.7	208.3
	T_2	226.0	242.0	219.0	176.0	215.7
	T_3	205.0	229.7	207.5	184.5	206.5
Dithane M-22, (1:400)	T_1	238.0	284.6	196.0	165.0	220.9
	T_2	207.0	272.0	234.8	153.5	216.9
	T_3	196.1	282.2	293.7	190.5	241.8
Orthocide 75, (1:400)	T_1	293.5	204.0	147.0	165.0	202.7
	T_2	146.0	165.0	165.5	123.5	151.0
	T_3	193.6	173.0	184.6	132.0	170.8
Senden mercuric Bordeaux mixture, (1:240)	T_1	205.8	159.5	192.0	212.0	192.3
	T_2	196.0	257.3	173.5	159.3	196.5
	T_3	182.0	181.5	175.0	159.5	174.5
King mercuric Bordeaux mixture, (1:400)	T_1	213.0	189.9	136.4	151.2	172.6
	T_2	181.4	261.4	205.0	169.0	204.2
	T_3	199.5	215.0	182.6	132.4	182.7
Yamamoto PMF, (1:1000)	T_1	192.3	176.8	146.7	165.0	170.2
	T_2	115.4	131.5	142.7	170.0	139.9
	T_3	161.4	212.0	143.5	143.4	165.1
Micron emulsion, (1:1000)	T_1	189.4	153.0	145.5	127.8	153.9
	T_2	139.1	162.0	125.6	176.0	150.6
	T_3	142.0	146.0	161.4	120.4	142.4
Orthocide 50, (1:400)	T_1	303.0	209.0	158.0	162.6	207.6
	T_2	161.5	217.3	176.3	171.7	181.7
	T_3	173.3	219.4	175.4	173.5	185.4
Uspulun, (1:1000)	T_1	238.4	222.5	104.7	193.1	190.9
	T_2	136.4	172.0	141.6	156.5	151.6
	T_3	182.9	205.6	156.0	187.9	183.1
Phygon XL, (1:325)	T_1	297.0	223.7	223.5	190.0	233.5
	T_2	183.4	171.1	184.9	190.9	183.1
	T_3	166.9	213.7	159.0	155.1	173.6
Check	T_1	167.6	164.9	140.2	148.2	155.2
	T_2	155.0	156.5	136.5	161.1	152.3
	T_3	150.0	197.3	136.9	150.2	158.5

Notes: * *Randomized samples of 30 plants were collected from each plot.*

** T_1 =*Fungicides applied at 7 days intervals,* T_2= *Fungicides applied at 10 days intervals,* T_3= *Fungicides applied at 14 days intervals.*

significant. This result indicates that effective control by different intervals of application is essential with each fungicide. The percentage of infection, in general, is proportional to the increase of days between application time in each fungicidal treatment. From Table 12 and Table 14, it is evidently confirmed that some of the fungicides cause some serious injuries to the plant as application time increases, and the injuries result in a poor growth, leaf curling, etc.. Plots treated with PMF were injured considerably no matter what applications were selected. Some of the fungicides give effective control. It may concluded that most fungicides possess both protective and eradicative properties. The most effective control in this experiment was obtained by the treatment of Dithane M-22 and Phygon XL. The author wishes to point out that Dithane M-22 is the best one not only in controlling purple spot but also in increasing yield in a great amount.

Table 14 B.——*Analysis of variance on yield between treatments*

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of square	Mean square	Observed F-value	Theoretical F-value	
					0.05	0.01
Replication	3	42510.23	14170.08	13.39**	2.07	3.98
Periods of application	2	5498.11	2479.06	2.597	3.09	4.82
Fungicides	12	74909.33	6242.44	5.898**	1.85	2.37
Periods of application X Fungicides	24	4332.08	18.50	0.17	1.63	1.98
Error	114	120662.32	1058.44			
Total	155	247452.77				

Notes: **=*Significant at 1 % level.*

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Cercospora kikuchii that causes purple spot of soybeans in Taiwan appears to be the same as that studied by Matsumoto and Tomoyasu, and Murakishi (16,17) . Studies indicate that the spore germination, sporulation, growth of the causal fungus, and the disease infection and development is in warm

temperature. The disease infection can occur at lower or higher temperatures, but warm temperature is required for the rapid development of the disease. Studies provide the explanation that the purple spot becomes a problem of soybean cultivation in warm seasons. As Taiwan is located in a sub-tropical region that makes it possible, of course, for this disease to develop throughout the entire year. The fact that the disease is prevalent in the Taichung area may be due to the favorable weather conditions as well as the culture of susceptible variety Jukoku. Heavy and continous rainfall throughout the growing season seems to be the important factor for the failure of seed production. Since the disease occurs seriously when air humidity is high, control measurey involve primarily the modification of present cultural practice if it is possible-

Field observations and inoculation experiments indicated that common varieties and strains of soybeans are susceptible to purple spot, although suss ceptibility varies to some degree. Among them, many varieties which ar. resistant to purple spot in the field under natural conditions become severely infected when inoculated under controlled conditions. It is evident, however, that among the varieties and strains of soybeans tested, some of them showee promise from the stand point of high tolerance to *C. kikuchii*. It is possibl- that resistant varieties or strains would be suitable in providing parental mad terials for hybridization studies of disease resistance. In general, the lattee varieties were more tolerant and the former varieties were more susceptible- On the other hand, soybean varieties with larger seed and with lower stanr seem to be susceptible (14). Undoubtedly, there are several genetic factor. involved in the host-parasite relationship with purple spot. It is likely thad some factors exercise control over the entrance of organism, while others ins fluence the action of toxic substances to the growth of the fungus or formatiot in hinder the host.

Results obtained from a single season's experiment indicate that purpn- spot of soybeans may be effectively controlled by some fungicides with proe perly timed applications. Dithane M-22 and Phygon XL can be pointed out al the best materials for control of the purple spot in the field.

Since the plants do tend to increase their susceptibility to infection as thes become older, chemical application for control may be taken after bloom stage of the soybean if the disease occurs not to be a problem.

SUMMARY

Purple spot which is recognized as an important disease of soybeans in Taiwan is here described. Since 1957-1960 the disease has been found in an increasing amount resulting in the failure of soybean production in the field of this island.

The causal organism has been identified as *Cercospora kikuchii*, and the

symptoms of the disease and the morphology of the causal organism are given in detail.

The disease occurs widely and destructively, especially in the central part of Taiwan. Microscopic and microscopic feature about the pathological histology are given in detail.

The pathogenicity of the fungus on varietal reaction in many soybean varieties was demonstrated experimentally.

The optimum temperature for the fungus is 20°—25° C as indicated by growth of the fungus in culture, spore germination and sporulation.

The studies provide an explanation that the soybean purple spot becomes a problem during the warm season with high humidity.

Rainfall and physiological age of the soybean plant are important factors in governing the progress of the disease throughout the growing season.

On this island, particularly in the central region, the weather conditions are favorable for the disease to be epidemic.

Studies on the effect of fungicidal materials for the control of the disease demonstrate that Dithane M-22 and Phygon XL reduce greatly the relative amounts of disease severity.

大豆紫斑病之研究

韓 又 新

中 文 摘 要

大豆紫斑病，乃由 *Cercospora kikuchii* Matsumoto et Tomoyasu 寄生所致，而爲臺灣大豆主要病害之一。其發生情形雖因地區而異，但其分佈却極普遍，其中尤以中部地區爲甚。據田間調查結果，知本病可終年發生，惟以夏季發生最爲嚴重，罹病品種之被害率常達50%以上，爲臺灣大豆病害中，侵害種子之最主要病害。大豆之被害部，就中以葉片，豆莢及種子最爲顯著。罹病部所形成之病斑，其輪廓雖因病原菌之寄生部位而有不同，但患部色澤，後期悉帶紫褐色，故名紫斑病，葉部病斑多呈不規則形或多角形，患部與健全部之間常乏明確界限，一枚葉片上若病斑形小者可多達二百餘枚，但罹病品種大豆，其葉片上之病斑多爲大形，甚或多數病斑相合，而使葉片早期枯死。種子被侵害時，種皮上形成明顯之紫紅色病斑，部分病斑由臍部向外方擴展，但多數種子因與外面包被之罹病豆莢相接觸而遭傳染，故發病部位恒不一致。病害嚴重時，種皮表面全部悉呈深紫褐色，其被害較早者，種皮常發生横走龜裂現象，以致子葉外露。同品種大豆，其粒形較大者易於被害。罹病豆粒可與健全豆粒共存於同莢中。

本病病原菌，依常法分離即可獲得，特以罹病豆粒爲材料，遠較其他罹病部位爲易。因其在培養基上產生紫紅色色素，極易區別。經接種試驗證明其所形成之病斑與田間者相同。本病原菌於人工培養基上生長良好，就所試六種培養基，如馬鈴薯煎汁瓊脂，燕麥煎汁瓊脂，玉米煎汁瓊脂，菜豆煎汁瓊脂，洋葱煎汁瓊脂，及胡蘿蔔煎汁瓊脂等，其中以洋葱煎汁瓊脂及胡蘿蔔煎汁瓊脂最優，但期其產生胞子皆未如願。筆者曾選用罹病豆粒培養於培養皿內約經四日，種皮表面形

成多數分生胞子，此等分生胞子其形態與田間所獲者並無不同，皆爲尾子菌 (*Cercospora*) 屬中之標準形態。惟以濕度較高使其形狀略長。

罹病豆粒之發芽試驗，結果顯示其發芽率較健全者爲低，發病嚴重者尤低。又幼苗子葉被害程度輕重與豆種罹病程度有直接關係。由本試驗獲知罹病豆種實爲本病在田間傳染之根源。

在病原菌對溫度之關係試驗中，包括分生胞子之形成，分生胞子之發芽及菌絲之生長等三項，結果顯示20°～25°C爲其胞子形成，胞子發芽及菌絲生長之最適溫度，低於 10°C 或高於35°C 皆有抑制影響。按此種最適溫度雖與本病發生及蔓延略有區別，然其差別極微，查臺灣各地之月平均溫度對本病病原菌繁殖甚爲適宜，其分佈之普遍甚因於此，當無疑義。

本病發生與雨量多寡有密切關係，根據田間調查記錄與田間試驗結果，知雨量爲本病發生主要因素，雨量增加直接助長本病發生與蔓延。臺灣各地降雨季節及雨量多寡概不相同，故可依大豆品種，對日照適應條件，斟酌情形調節播種期，用以規避本病之侵害，則可減少損失。

紫斑病之發生與大豆植物之發育程度有關，幼苗期間雖亦可遭受侵害，但就田間觀察及大豆不同播種期之接種試驗結果，本病多於開花期後發生，於此期前，除子葉外，其餘部位被害情形極微，植株愈大對本病之感受能力愈强，是故本病發生輕微時，其防治應着重大豆發育後期，尤以豆莢充實期最爲重要。

筆者就罹病植物解剖，鏡檢可見病原菌絲貫穿於病部組織中，其細胞多遭破壞並失去常態排列。菌絲發育後期因能產生紫紅色色素，故多數細胞表面爲其色染，罹病豆粒病斑之呈紫紅色者，其因由此。

根據田間調查及接種試驗結果，知大豆名品種間對本病感受性很有差別，多數品種悉之抵抗性，其抗本病之因子雖尚欠詳，然就觀察所知，矮株種及大粒種均易遭受感染。在來品種中，以屏東珠子豆，屏東青皮豆，高雄一號及高雄十九號等抗病性最强；外地品種抗病較强者如：Acadian，Improved pelican, Palmetto, C. N. S. 及三國等。雜交品系中以C—30, D—14, E—49, F—19 等，具較强抗病力。抗病力弱者爲數甚多，其重要者計有：十石，大地十三，臺灣烏豆，秋大豆三號，關東八號，關東十號，白花埼一號，黃貴珠，瀧谷純一號，大井上五十號，農林三號，白大豆，Shinmejilo, Roanoke, Richland, Tanner, Ogden, Laredo, Wisconsin, Arksoy, Jackson 等。爲治本計，應先選種抗病品種，次以本地抗病品種與外來之優良品種雜交育成優良抗病品種，以增加抗病效能而不影響增產，乃爲上策。

田間藥劑防治試驗，共選用殺菌劑十一種，各種藥劑之噴撒時間計分三種：即t_1. 每隔七日施用一次；t_2. 每隔十日施用一次；及t_3. 每隔十四日施用一次。各種藥劑之每次施用量均爲750 CC。本試驗除調查對紫斑病之防除效果外，並調查藥劑施用對大豆生育及產量之影響。本試驗結果，顯示每隔十日噴撒400倍Dithane M—22 液及每隔七日噴撒325倍Phygon XL液一次者最爲有效。除上項兩種藥劑外，其他藥劑雖具防治效果，但遠不如前二者爲優。至 PMF 及水銀波爾多液對紫斑病雖有防治效果，但有嚴重藥害不應施用。

LITERATURE CITED

1. Charles Chupp.(1953): A monograph of the fungus genus: *Cercospora*. PP. 13–313.
2. Deutschmann F.(1953): On the purple stain disease of the soybean and the pigment formation by its agent, *Cercospora kikuchii* Mats, et Tom. Phytopathology Z., 20, 3, pp. 297–310.

3. Donald Chamberlian and Benjamin Koehler. (1951): Soybean disease in Illinois.
4. Goto, K. (1937): An Interesting character of purple speck disease of soybean seed, growth promotion (a preliminary note.) Bull. Sci. Research. Alumni Assoc. Morioka college of Agriculture and Forestry. 13:1–4.
5. John P. Jones. (1958): Isolation of a sporulating strian of *Cercospora kikuchii* by selective sub-culturing. Phytopath.48:287–288.
6. John P. Jones. (1959): Purple stain of soybean seeds incited by several *Cercospora* species. Phytopath. 49:430–432.
7. Johnson, H. W. and D. W. Chamberlian. (1953): Bacteria, Fungi and Viruses on soybeans. U. S. Dept. Agr. Year book. pp. 239–247.
8. Kilpatrick, R. A. (1952): Fungi associated with soybean seeds within the pods at Stoneville, Mississippi, in 1951. Phytopath. 42:285.
9. Kilpatrick, R. A. and H. W. Johnson. (1956:) Sporulation of *Cercopsora* species on carrot leaf decoction agar. Phytopath. 46:180–181.
10. Kilpatrick, R. A. and H. W. Johnson. (1956:) Purple stain of legume seeds caused by *Cercospora* species. Phytopath. 46:201–204.
11. Kilpatrick, R. A. (1957): Fungi associated with the flowers, pods and seeds of soybeans. Phytopath. 74:131–135.
12. Lehman, S. G. (1950): Purple stain of soybean seeds. Bull. N. C. Agr. Exp. Sta. 369. pp. 11.
13. Liu, S. T. (1948): Seed-borne diseases of soybean. Bot. Bull. Acad. Sinica, 11, pp. 69–80.
14. Lu-Ying-Chuan (1960): Studies on breeding of soybean in Taiwan. pp. 58–102.
15. Matsumoto, T. (1928): Beobachtungen "Uber sporenbildung des pilzes, *Cercospora kikuchii* Ann. Phytopath. Soc. Japan. 2:65–69.
16. Matsumoto, T. and R. Tomoyasu. (1925): Studies on purple speck of soybean seed. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 1:1–14.
17. Murakishi, H. H. (1951): Purple seed stain of soybean. Phytopath. 41:305–318.
18. Nakata, S. B. D. (1957): Illustrated crop disease. pp. 109.
19. Sawada, K.(1959):The descriptive catologue of Formosan fungi. 11:pp. 22.
20. Sherwin, H. S. and K. W. Kreitlow. (1952): discoloration of soybean seeds by the frog-eye fungus, *Cercospora sojina*. Phytopath. 42:568–572.
21. Taipei Agr. Exp. Sta. (1958): Brief report on crop diseases and pests. pp. 23.
22. You-shin Han(1959):Soybean diseases in Taiwan. Jour.Agr. Assoc. China. New series 26:31–38.

郊區節育的經濟因素之研究

林　寶　樹

A STUDY ON ECONOMIC FACT OF BIRTH CONTROL IN RURBAN AREA

by

Pao-Shu Lin

一　前　　言

我國節育之研究，向來鮮有引起社會上之注意，僅有部份研究人口問題之各家，略約在各種論著中提起，但與其論及糧食及土地（或生產）問題相比，僅佔附帶性之地位而已。最近幾年來，臺灣人口的自然增殖率異常之高，如今人口已經超過一千萬大關，慢慢構成人口數量對社會經濟之壓力，因此，以糧食問題為中心的人口問題之研究也引起各方面的濃厚興趣。自從農復會蔣主任委員夢麟先生提醒臺灣社會應注意節育來緩和人口對社會的壓力以來，各界的反應甚不一致，輿論機構之一如報紙也採訪各方面專家及市民之意見，刊載於紙面以供世人之參攷。

通觀我國現下關心節育問題之各界注意的重點與其特徵可以舉出下列兩點：

（1）僅論節育是否影響社會人口潛力，乃至人口的數量，就是由社會（或國家）人口結構上的立場來討論節育。但鮮有就家庭經濟或家庭發展（包括育樂）之立場上來研究節育問題。事實上各國的人口政策或節育之消長，以社會經濟尤其是家庭經濟與家庭育樂為主要依據，而不能單以高唱「確保人口資源」或「强兵富國」的一片口號來阻止節育。

（2）論議之依據僅靠所謂人口專家之「理論」，或採訪少數各階層人士的「意見」，未有實地的調查。以實地調查之資料，包括每一家庭的人口結構，經濟狀況、職業、宗教、教育程度、籍貫等因素，才能探究全民之意志，作為研究之依據。

本研究之目的，在以各家庭的人口結構與家庭主婦對節育之意見與知識，及實行節育之事例為依據，就實地調查的資料，探究目前臺灣都市與農村的節育實況與各種意見的類型。相信有了以家庭為單位的基層資料之累積，才能供為決定整個社會節育政策之依據，而推行各種措施的時候，收到較高的效果。在本文，先把家庭經濟狀況與職業兩個因素作為分析之根據，關於其他因素俟統計完畢另行發表。

本研究的調查，資料整理，統計進行中曾受臺中農學院農業經濟學系陳澤亞先生及各位學生，臺中市南區公所林課長明顯及各位先生之協助，特在此致謝。

二　研究方法

本研究以臺中市南區為調查區域，該區為半都市半農村，包括各種社會階層（即各種職業、教育程度、籍貫、貧富、宗教、家族人數之多少），可以分析節育與有關因素之關係。

民國48年2月底的該區共有 540 1戶，人口 27,685人（每戶平均 5.1 人），本調查用隨機選樣 Random Sampling）法選出540戶即全戶數之10%。選樣時使用區公所備具之戶口底冊，按各里之順序定編號，使用亂數表抽出番號540個，再由戶口底冊按號抽出，其結果如下：

第1表 調查區域內總戶數與樣戶戶數

Table 1: Total number of household and sample selected in survey area.

都市 urban	里名	南興	正義	民主	復興	萬安	信義	城隍	頂南	中南	南門	小計 10里
	總戶數 no. of household	216	167	273	340	253	333	422	216	164	512	2896
	樣戶戶數 no. of sample	15	7	23	53	32	38	32	25	15	58	298

農村 rural	里名	德義	積善	江川	新榮	福興	和平	永興	樹義	樹德	西川	小計 10里
	總戶數 no. of household	368	239	106	238	438	250	210	296	189	171	2,505
	樣戶戶數 no. of sample	44	35	6	18	38	20	18	22	22	19	242

註：調查地域總戶數5,401戶，樣戶戶數540戶。

該區內共有20里，屬於都市共10里2,896戶，抽出樣戶298戶，屬於農村共10里 2,505 戶，抽出樣戶 242 戶，其抽出比例雖各里有偏差，總算與總戶數靠近。

實地調查由48年 4 月10日開始，5 月10日完畢，由臺中農學院農業經濟學系三、四年級學生擔任調查員，訪問樣戶家庭主婦，如配偶（即丈夫）在家，只在旁提參考意見。調查對象定爲主婦，因爲一家的家計由主婦負責，生育子女概由主婦操勞，尤其是節育的各種方法之實行，除了極少數男人外，都由主婦來擔任風險與痛苦，因此，除非主婦之意見，不能做爲正確之資料。

調查之內容分爲三部分：即（1）家庭人口結構；（2）對子女多少之意見；（3）節育之實況與對節育之意見及知識。其主要項目如下：

（1）家庭人口結構 包括：

a. 主婦、配偶之年齡、職業、教育程度、結婚年齡現住子女之數量、性別、年齡、教育程度、職業等。

b. 該家庭之籍貫、經濟狀況（月收或年收）、宗教等。其中經濟狀況一項，因農家以實物（農產物）收入爲主，現金收入少，以經營面積之大小來區分。（其方式於下節說明）。

（2）對子女數量之意見 包括：

a. 根據現有子女數量，是否希望再生小孩，其理由如何？

b. 認爲每一家庭最理想的子女數量。

c. 是否贊成我國古來的多子（財、子、壽）之觀念。

（3）節育之實況與對節育之意見及知識包括：

a. 是否知道節育，其知識來源。

b. 是否贊成節育及其理由。

c. 是否實行過節育，其方法及結果如何，知識來源如何。

d. 對其他各國節育，是否知道，知識來源如何。

e. 如社會人口放任增加，認爲結果如何。

根據調查之資料，想就下列各種因素來分析下列各種現象：

（a） 作爲分析依據的各種因素：（1）家庭主婦之年齡、結婚年齡（早婚晚婚及生育期間）；（2）現有子女數量，教育程度；（3）主婦及配偶之職業、籍貫、宗教、教育程度、經濟狀況。

（b） 想究明之現象：

(1) 各種因素與現有子女數量之關係。

(2) 各種因素與子女教育之關係。

(3) 各種因素與實行節育之關係。

(4) 各種節育之方法與結果。

在分析各種因素之中，農村與都市之區別與予優先考慮，如不帶有農村性 (Rurality) 者，則與都市一併統計其結果。

三　樣戶之職業及家庭經濟

本調查區域爲一郊外地區，住民之職業網羅各種行業。樣戶之職業以公教及薪津階層爲較多，約佔百分之三十二，工人及商業各佔百分之二十，其次爲農業約佔百分之十四。其餘爲工業、自由業及其他職業（看第 2 表）。就都市及農村別來看，都市是以公教薪津及商業階層爲主，農村是以工人及農業爲主。因爲郊外農村之特性爲兼營農家之增加，許多農家逐漸變爲半農半工，如以家庭之主要收入來源爲區分職業之依據，農村之農業戶數有遞減，而工人及薪津階層戶數有遞增之傾向。此種傾向不僅臺中市南區如此，是最近臺灣農村之一般趨勢。

臺灣之戶口統計，這數年來都是採用以人爲單位的「職業別就業人數」，在鄉鎮區公所已無職業別戶數之資料。不過根據臺中市南區農會之統計，民國四十七年底該區內農耕地爲四百五十五甲，農戶數爲八百二十五戶，約佔同一時期全區戶數 5.320 戶之百分之十五。在本調查採用隨機選樣法選定之樣戶中，農業戶數約佔百分之十四，可以看出本調查選樣之準確性。

第 2 表　樣戶之職業別結構

Table 2: Households separated by occrpation

戶數 no. of household \ 職業 occupation		農業 agri.	工人 wage worker	工業 indust.	商業 com'ce	公教薪津 salaried	自由業 self employed	其他 others	無業 non employed	小計 total sample	總戶數 total household
都市 urban	戶數 no. of house	15	56	18	72	108	12	17	—	298	2,896
	百分比 percentage	5.1	18.7	6.1	24.1	36.1	4.1	5.8	—	100	
農村 rural	戶數 no. of house	57	60	6	39	63	6	11	—	242	2,505
	百分比 precentage	23.6	25.0	2.4	16.0	26.0	2.4	4.6	—	100	
合計 total	戶數 no. of house	72	116	24	111	171	18	28	—	540	5,401
	百分比 percentage	13.3	21.5	4.4	20.6	31.7	3.3	5.2	—	100	

註：總戶數係指臺中市南區48年 2 月底戶數。

職業別之子女數量以農民爲最多，平均每戶 4.7 人，這因爲農業的工作性質上以大家族爲適當，而雖然在農村最近漸次有分戶之傾向，總是比其他職業不太明顯。其次爲商人，也因爲工作性質上或者收入充裕，每戶平均爲四人，公教津貼階層一方面外省籍多，一方面實行節育比較普遍（看第23表），平均每戶子女數最低。（看第 3 表）。

第3表 職業別每戶子女數

Table 3 : No. of children of each house by occupation

戶數 No. of house / 職業 occupation	每戶子女數量（人）之戶數 No. of children per family (Unit; person)												每戶平均子女人數
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計 total	average no. of children
農　業 agriculture	2	8	6	9	9	15	5	8	2	4	4	72	4.7
工　人 laborer	3	14	12	24	30	18	5	7	1	2	—	116	3.7
工　業 indust.	1	3	3	6	2	5	2	—	1	—	1	24	3.7
商　業 com'ce	3	9	18	22	20	7	17	9	3	2	1	111	4.0
公敎薪津 saleried	9	26	25	24	44	21	14	3	2	2	1	171	3.4
自　由 self-empl'd	1	3	2	5	4	2	1	—	—	—	—	18	3.0
其　他 others	—	7	3	4	5	—	3	2	1	2	1	28	4.1
合　計 total	19	70	69	94	114	68	47	29	10	12	8	540	3.7

再者，決定子女數量多寡之另一因素為結婚年齡之高低，則生育期間之長短。據第 4 表，農村比較都市結婚早，尤其是婦女於20歲以前結婚者佔50.5%，相反地，都市以21歲至25歲結婚者為最多，佔44.2%。男子之結婚年齡比婦女約遲 4.2 歲，都市以26歲以後結婚者佔46.7%為最多，農村則以21歲至25歲結婚為最多佔52%，一般來說，光復後因各種社會文化發達，教育水準提高，男女的結婚年齡各有遞增之傾向。（關於年齡別結婚年齡之區別，在另一報告論及）。

第 4 表 樣戶之結婚年齡百分比

Table4 : Percentage distribution by marriage ages

		20歲以下 under 20	21—25歲 21 to 25	26歲以上 over 26	平均結婚年齡 average age
主婦 house wife	都　市 urban	42.5	44.2	13.3	21.5
	農　村 rural	60.3	34.1	5.6	19.5
	平　均 average	50.5	39.7	9.8	20.6
配偶 spouse	都　市 urban	10.8	42.5	46.7	25.8
	農　村 rural	19.9	52.0	28·1	23.7
	平　均 average	14.6	46.7	38.7	24.8

註：夫婦年齡差距，都市4.3歲，農村4,2歲，平均約4.2歲。

職業別的經濟狀況，就月收之高低來看，工業及商業為較高，公敎薪津階層及農業次之，工人為最低（看第 5 表）。玆將各種職業之分類基準略述如下：

（1）農業：親自耕農，其農場收入（正副業）佔全收入一半以上者，如農場外工資收入佔一半以上者即列為工人。

（2）工人：以工資收入（日薪或不定期不定額）為主要收入者。

（3）工業：經營工廠者，以年收換算為月收。該區工廠概為小規模之家庭工業，只有樣戶中一戶為規模較大。

（4）商業：經營小商店者，在農村許多兼營農業，但因商店收入較多，則列為商業。

（5）公敎薪津：以薪津收入為主要經濟來源之樣戶，包括公敎人員、軍人、工廠商店公營事業職員、銀行合作社職員、人民團體聘任職員。

（6）自由業：醫師、律師及依靠財產生息生活者。

農業收入（每一分地年收）計算基準：

水田1分地1年收入＝一期水稻（總收入一直接成本）＋二期水稻（同前）
＋冬作物小麥（8厘地同前）＝1,664元

（一）總收入

（1）一期水稻收穫量461公斤＋第二期水稻428公斤＝889公斤。

（2）889公斤－（肥料谷68.7公斤×2期）－（田賦谷3等則田552公斤）＝696.4公斤。

（3）水稻每公斤單價2.33元696.4公斤×2.33元＝1,622元。

（4）小麥8厘地收量160公斤160公斤×2,66元＝425元。

（5）1,622元＋425元＝2,047元。

（二）支出

（1）水稻直接成本（種子14元＋犁工63元＋收穫工50元＋農藥36元）＝163元×2期＝326元。

（2）小麥直接成本（收穫工25元＋肥料32元）＝57元。

（3）326元＋57元＝383元。

（三）收入

2,047元－383元＝1,664元。

第5表　樣戶之職業別經濟狀況

Table 5 : Economic status of samples by occupation

職業 occupation	月收 income per month	500 元以下 under NT$500	501～1,000	1,001～2,000	2,001～3,000	3,001 元以上 over 3,001	小計 total
農業 agri.	戶數 No. of house	16	33	19	4	—	72
	百分比 %	22.2	45.8	26.4	5.6	—	100.0
工人 laborer	戶數 No. of house	23	82	11	—	—	116
	百分比 %	20	76.0	9.4	—	—	100.0
工業 indust.	戶數 No. of house	1	10	7	5	1	24
	百分比 %	4.2	41.6	29.2	20.8	4.2	100.0
商業 com'ce	戶數 No. of house	15	54	33	6	3	111
	百分比 %	13.5	48.6	30.0	5.3	2.6	100.0
公教薪津 salaried	戶數 No. of house	18	103	40	8	2	171
	百分比 %	10.5	60.3	23.4	4.7	1.1	100.0
自由業 self-empl'd	戶數 No. of house	—	9	9	—	—	18
	百分比 %	—	50.0	500	—	—	100.0
其他 others	戶數 No. of house	14	14	—	—	—	28
	百分比 %	50.0	50.0	—	—	—	100.0
合計 total	戶數 No. of house	87	305	119	23	6	540
	百分比 %	16.2	56.5	22.0	4.2	1.1	100.0

節育之主要目的之一爲提高子女教育程度，即減少（或調節）其數量來提高子女的品質。就樣戶職業別與經濟狀況別的子女教育程度來看（看第 6 表及第 7 表），公教、自由、工業等階層較高，商業及農民次之，工人爲最低。尤其最初等教育即是義務教育的就學率，農民的比率相當高（83.7%），但到了中等及高等教育，一落千丈，等於無受教育之機會 （1.1%及 0 ）。公教薪津階層，其本身的教育程度本來較高，而子女的教育機會也大（中等82.1%，高等24.5%）。

第 6 表　職業別子女教育程度

Table 6 : Education status of children by occupation

職業 occupation \ 教育程度 education status		初等教育 primary school 應受 persons of age	初等教育 primary school 曾受 persons of schooled	中等教育 middle school 可受 persons of age	中等教育 middle school 曾受 persons of schooled	高等教育 college 可受 persons of age	高等教育 college 曾受 persons of schooled
農業 agri.	人數 No. of children	246	206	145	16	106	—
	%	83.7		1.1		0	
工人 laborer	人數 No. of children	159	199	94	9	49	—
	%	76.8		9.5		0	
工業 indust.	人數 No. of children	62	55	23	16	13	3
	%	88.6		70.0		23.0	
商業 com'ce	人數 No. of children	314	275	147	75	80	7
	%	87.5		51.0		9.9	
公教薪津 salerled	人數 No. of children	362	331	146	120	57	14
	%	91.4		82.1		24.5	
自由業 self-employ	人數 No. of children	34	33	11	6	4	1
	%	97.0		54.5		25.0	
其他 others	人數 No. of children	89	76	52	15	29	1
	%	85.4		28.6		3.4	
合計 total	人數 No. of children	1,366	1,175	618	257	338	26
	%	86.0		41.5		7.6	

再者，經濟狀況之好壞，與子女教育程度成正比例。就第 7 表看，月收 500 元以下的家庭，根本無法保送子女上大學，受中等教育的機會也只有四分之一（24.2%）。相反地月收在 2,000 元以上或 3,000 元以上的家庭，初等及中等教育之享受機會可說萬無一失，到了高中及大專，因有個人能力之偏差，受考試之阻力，曾受高等教育之機會少，故與經濟狀況已無多大之關係。

第7表　經濟狀況別子女教育程度

Table 7: Education status of children by financial state

每月收入 monthly income (NT$) ＼ 教育程度 education		初等教育 primary 應受 persons of age	初等教育 primary 曾受 persons of schooled	中等教育 middle 可受 persons of age	中等教育 middle 曾受 persons of schooled	高等教育 College 可受 persons of age	高等教育 College 曾受 persons of schooled
500元以下 under 500	人數 No. of persons	179	124	62	65	30	0
	百分比 %	69.8		24.2		0	
501~1,000	人數 No. of persons	696	588	268	67	131	8
	百分比 %	84.5		36.2		6.1	
1,001~2,000	人數 No. of persons	374	341	211	84	126	4
	百分比 %	91.2		39.8		3.2	
2,001~3,000	人數 No. of persons	94	89	58	42	35	7
	百分比 %	94.7		72.6		20.0	
3,000元以上 over 3,000	人數 No. of persons	23	23	19	19	14	7
	百分比 %	100.0		100.0		50.0	
合計 total	人數 No. of persons	1,366	1'175	618	257	338	26
	百分比 %	86.0		41.3		7.7	

至於都市與農村，雖然經濟狀況在同一階層，其間也有所差異。一般來說，在同一經濟別階層，農村子女的教育程度總是比都市為低。（看第8表）。

第 8 表 都市農村別經濟狀況與子女教育程度

Table 8: Education status of children to financial state by urban and rural area.

每月收入 monthly income (NT $)		教育程度 education	初等教育 primary 應受 persons of age	初等教育 primary 曾受 persons of schooled	中等教育 middle 可受 persons of age	中等教育 middle 曾受 persons of schooled	高等教育 college 可受 persons of age	高等教育 college 曾受 persons of schooled
都市 urban	500 元以下 under 500	人數 No. of persons	77	57	26	10	8	0
		百分比 %	74.0		38.6		0	
	501—1,000	人數 No. of persons	342	303	125	62	51	5
		百分比 %	88.6		49.6		9.8	
	1,001—2,000	人數 No. of persons	217	206	108	67	56	3
		百分比 %	94.9		62.0		5.3	
	2,001—3,000	人數 No. of persons	55	55	31	26	17	7
		百分比 %	100.0		83.9		41.1	
	3,000 元以上 over 3,000	人數 No. of persons	15	15	11	11	8	3
		百分比 %	100.0		100.0		37.5	
農村 rural	500 元以下 under 500	人數 No. of persons	102	67	36	5	22	0
		百分比 %	65.7		13.9		0	
	501—1,000	人數 No. of persons	354	285	143	45	80	3
		百分比 %	80.5		24.5		3.7	
	1,001—2,000	人數 No. of persons	157	135	103	17	70	1
		百分比 %	86.0		16.6		1.4	
	2,001—3,000	人數 No. of persons	39	34	27	10	18	0
		百分比 %	87.2		37.0		0	
	3,000 元以上 over 3,000	人數 No. of persons	8	8	8	8	6	4
		百分比 %	100.0		100.0		66.6	

四 家庭經濟與子女數量

(一) 經濟狀況別子女數量

據調查結果，每戶家族的子女數量，隨着每月收入之增加而遞增，即經濟狀況之良否與子女數量之多寡成正比例。此種現象是表示這幾年來臺灣社會安定，家庭人口之結構趨於正常化，已經脫離「窮人孩子多」之舊社會。社會經濟富裕而家庭生活安定之國家，如像美國、英國等，也是有同樣的傾向。

就農村與都市之比較來看，農村家庭之經濟狀況雖比都市稍差（每月收入 500 元以下之戶數佔戶總戶數之百分比，農村爲29，都市爲11.7），而各階層平均子女數稍高，但上述之傾向是相同無異。除了每戶每月收入3,000元以上之戶數僅有 6 戶不能視爲可靠之數字外，不論都市或農村，月收入500元以下的家庭之每戶平均子女數爲3.35人，而每月收入 2,001 元至 3,000 元之家庭每戶平均子女數爲4.87 人，相差約 1.5 人。這是表示今日的家庭生育子女數量，以經濟狀況爲其最重要的決定因素（看第9表）。

第9表　經濟狀況與子女數量

Table 9 : Number of childen by economic status

月收 monthly income / 都市或農村 urban or rural	500 元以下 under 500		501～1,000		1,001～2,000		2,001～3,000		3,000元以上 over 3,000		合計 total	
	戶數 no. of house	子女數 no. of children	戶數 no. of house	子女數 no. of children	戶數 no. of house	子女數 no. of children	戶數 no. of house	子女數 no. of children	戶數 no. of house	子女數 no. of children	戶數 no. of house	子女數 no. of children
都市 urban	35	118	166	584	77	317	16	71	4	20	298	1,110
每戶平均子女數 average no. of childen of each family	3.37		3.51		4,11		7.43		5.00		3,72	
農村 rural	52	174	139	512	44	177	7	41	2	8	242	912
每戶平均子女數 average no. of childen of each family	3.34		3.69		4.21		5.85		4.00		3,77	
合計 total	87	292	305	1,096	119	494	23	112	6	28	540	2,022
每戶平均子女數 average no. of childen of each family	3.35		3.60		4.15		4.87		4.66		3,74	

其次就主婦年齡四十五歲以上的家庭來作同樣的觀察，也可以發現同樣的結果（看第10表），因爲超過四十五歲之女人是已經進入非生育期，所生產的子女數爲決定數量，可供爲較可靠之材料。四十五歲以上的主婦有 126 戶，約佔總戶數之23.3%。平均每戶子女數爲 4.9 人，比較樣戶總平均爲高（3.74人）約多出 1.2 人，而農村比都市的生育率較高（都市平均爲4.61人，農村平均5.19人），但隨着經濟狀況之好轉，其生育子女數也遞增。

第10表　經濟狀況別45歲以上主婦生產子女數

Table 10 : Children of wives over 45 by economic status

	子女數 no. of childen / 月收 monthly income	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	over 10 以上	合計 total 戶數 house	合計 total 人數 persons	平均 average no.
都市 urban	under 500 元以下		1	2		2	1	1						7	24	3.43
	501～1,000	1	3	4	4	8	2	1	3	2	1	1	1	31	139	4.50
	1,001～2,000		2	2	4	5		4	3	1		1		22	101	4.60
	2,001～3,000		1			1	2	1	1		1	1		8	47	6.00
	over 3,000元以上					1				1				2	12	6.00

農村 rural	under 500 元以下		2		2	3		1						8	26	3.20
	501~1,000		3		4	2	4	5	1		4			23	116	5.00
	1,001~2,000		1	2	1	2	3	5	1		1	1	2	19	110	5.70
	2,001~3,000						2			1	2			5	36	7.20
	over 3,000元以上			1				1						2	8	4.00
合計 total	under 500 元以下		3	2	2	5	1	2						15	50	3.30
	501~1,000	1	6	4	8	10	6	6	4	2	5	1	1	54	255	4.50
	1,001~2,000		3	4	5	7	3	9	4	1	1	2	2	41	211	5.10
	2,001~3,000		1			1	4	1	1	1	3	1		13	83	6.30
	over 3,000 以上			1		1		1		1				4	18	4.50
總計 grand total		1	13	11	15	24	14	19	9	5	9	4	3	127	617	4.90

再者，就職業別每戶子女數量來看（看第11表），以農民爲最高4.7人，商業次之爲4.0人，這也是因其職業性所致的。工人因經濟狀况不佳，家庭的子女數較少，至於公敎及薪津階層因實行節育，原爲子女的絕對數量較少，所以同住子女數量也少。同時一家擁有子女七人以上的多子家庭，也是農民最多，商業次之，使每戶子女數量增加。

第11表 職業別每戶子女數量

Table 11 : Number of children by occupation

職業 occupation \ 戶數 no of house	每戶子女數 no. of childen per house											戶數小計 total household	平均每戶子女數 average on. of childen per house
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	over 10 以上		
農業 agri.	2	8	6	9	9	15	5	8	2	4	4	72	4.7
工人 labor	3	14	12	24	30	18	5	7	1	2	—	116	3.7
工業 indust.	1	3	3	6	2	5	2	—	1	—	1	24	3.7
商業 com'ce	3	9	18	22	20	7	17	9	3	2	1	111	4.0
公敎薪津 saleried	9	26	25	24	44	21	14	3	2	2	1	171	3.4
自由 self-empl.	1	3	2	5	4	2	1	—	—	—	—	18	3.0
其他 others	—	7	3	4	5	—	3	2	1	2	1	28	4.1
合計 total	19	70	69	94	114	68	47	29	10	12	8	540	—

（二）家庭主婦對子女數量多寡之意見

家庭主婦對子女數量的意見，分爲三部份：

（1）是否希望再生小孩？其理由？

（2）認爲理想的子女數量爲多少人？男多少？女多少？

（3）對我國古來的多子觀念是否贊成？

關於第一點，約三成即29.2%的主婦希望再生小孩，約七成，即70.8%的主婦不希望再生小孩。究其理由，希望再生小孩的以年青的主婦爲多，感覺得現在的小孩不够，其次爲男女性別的不平均的關係，尤其是因爲女孩多（或都是女）的關係，希望再生男孩子的理由比因爲男孩多希望有女孩的多，表示出來我國家庭重男之習俗。

不希望再生子女的戶數的比重較高，其中以經濟上負擔不起的理由爲最重要，其實理由之中認爲小孩太多的一項也言外表示經濟上的困苦，所以這類理由爲促進節育普遍的最大因素。其他因爲身體衰弱或視養育比生產爲重要等理由，也相當重要的理由，表示社會教育文化水準有漸次提高之傾向（看第12表及13表）。再者，關於職業別及經濟狀况別的意見及理由，並無多大的偏差，因爲大多數的意見爲不希望再生小孩，所以各項理由，大約普遍的由各階層申述出來。

第12表　希望或不希望再生育之戶數及其理由（職業別）

Table 12 : "more" or "no more" children and their reasons by occupation

理由 reasons / 職業 occupation	希望再生育 more childen						不希望生育 no-more childen								戶數百分比 percentage of houses	
	戶數 no. of house	理由 reasons					戶數 no. of house	理由 reasons							希望再生育 more childen	不希望再生育 no-more childen
		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	F	其他 others		
農　業 agri.	15	9	—	3	1	2	57	22	18	2	4	—	10	4	20.8	79.2
工　人 labor	27	20	5	6	—	6	78	29	35	4	11	—	9	1	31.7	68.3
工　業 indust.	6	6	1	—	—	1	18	11	5	2	3	1	2	2	25.0	75.0
商　業 com'ce	30	14	5	5	2	8	80	37	31	8	14	—	8	6	27.2	72.8
公敎薪津 salaried	60	28	3	18	4	9	113	51	41	24	15	1	14	7	34.6	65.4
自　由 self-empl.	3	2	—	—	—	1	15	4	5	5	2	—	4	2	16.7	83.3
其　他 others	7	6	—	1	—	—	21	7	5	1	4	—	6	2	25.0	75.0
合　計 total	158	85	14	32	7	27	382	161	140	46	53	2	53	24	29.2	70.8

註：希望再生育之理由　　remarks: Reasons for more children

A. 感覺現有的孩子還太少。　A. children are not enough

B. 因爲都是男（男多）希望生女孩。　B. mostly boys born, more girls wanted

C. 因爲都是女（女多）希望生男孩。　C. mostly girls born, more boys wanted.

D. 宗教上的關係。　D. for religious reasons

不希望再生育之理由　　Reasons for "no more children"

A. 孩子已經太多了。　A. children born are enough

B. 經濟上負擔不起。　B. can't afford a greater burden

C. 養育不能周到。　C. can't expect good care for children

D. 身體不好。　D. physical condition are not good

E. 醫生勸告不要再生。　E. doctor's advice

F. 超過生育年齡。　F. over delivery age

第13表　希望或不希望再生育之戶數及其理由（經濟狀況別）

Table 13 : More or No-more children and their reasons by economic status

戶數 no. of house / 月收 monthly income	希望再生育 more childen wanted 戶數 no. of house	理由 reasons A	B	C	D	其他 others	不希望再生育 no-more childen wanted 戶數 no. of house	理由 reasons A	B	C	D	E	F	其他 others	戶數百分比 percent. of house 希望再生育 more	不希望再生育 no more
under 500 元以下	35	21	3	7	2	3	55	17	25	4	10	—	7	5	38.9	61.1
501～1,000	91	47	6	22	3	17	211	82	93	25	32	1	24	9	30.0	70.0
1,001～2,000	25	12	4	3	2	6	94	47	19	15	11	1	20	5	21.0	79.0
2,001～3,000	5	4	1	—	—	1	18	13	1	2	—	—	1	4	21.8	78.2
over 3,000元以上	1	1	—	—	—	—	5	2	2	—	—	—	1	1	16.2	83.8
合計 total	158	85	14	32	7	27	7382	161	140	46	53	2	53	24	27.2	70.8

關於第二點，不論職業及經濟狀況之如何，以兩男兩女爲最理想之子女數量的戶數最多，共佔總戶數之36.5%，其次爲兩男一女及三男兩女，可以看出重男輕女之傾向。就總平均數來看，理想子女數爲4.1人，其中男2.4人，女1.7人，總是靠近兩男兩女。

經濟狀況方面（看第14表），隨着經濟階層之高，理想的子女數量也增加，與現有子女數量呈現同一傾向。職業別方面（看第15表），農民認爲理想的子女數量最多爲4.6人，比較任何經濟狀況別的階層也高。其餘的職業階層沒有多大差，異其中公教階層的數字相當高爲3.8人，因爲理想的子女數量，不必考慮經濟現狀的關係，僅表示對人生的家庭育樂的希望而已。

第14表　經濟狀況別家庭主婦認爲理想的子女數

Table 14 : House wives' ideal number of children by economic status

remark: s··· son　d···dauter

戶數 no. of house / 月收 monthly income	理想子女數 ideal no of children 一男 1s	二男 2s	一男一女 1s 1d	三男 3s	二男一女 2s 1d	一男二女 1s 2d	四男 4s	三男一女 3s 1d	二男二女 2s 2d	四男一女 4s 1d	三男二女 3s 2d	二男三女 2s 3d	一男四女 1s 4d	四男二女 4s 2d	三男三女 3s 3d	七名以上 more than 7	合計 total	平均理想子女數 average ideal no of childen 男 son	女 dauter	計 total
under 500 元以下	—	—	5	—	10	2	1	9	38	3	12	2	—	3	1	1	87	2.3	1.7	4.0
501～1,000	1	1	13	2	70	5	—	25	104	6	50	6	1	5	11	5	305	2.3	1.7	4.0
1,001～2,000	—	—	5	2	23	1	1	5	48	2	14	2	—	2	10	3	118	2.4	1.9	4.3
2,001～3,000	1	—	1	—	2	—	—	2	6	—	8	—	—	—	3	1	24	2.6	1.4	4.0
over 3,000元以上	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	2	6	3.5	2.3	5.8
合計 total	2	1	24	4	106	8	2	41	197	11	86	10	1	10	25	12	540	2.4	1.7	4.1
百分比 percent.	0.4	0.2	4.4	0.7	19.7	1.5	0.4	7.6	36.5	2.0	16.0	1.8	0.2	1.8	4.6	2.2	100.0	—	—	—

第15表　職業別家庭主婦認爲理想的子女數

Table 15 : House-wives' ideal number of children by occupation

職業 occupation \ 戶案 no of house	理想子女數 ideal number of children																合計 total	平均認爲理想子女數 average ideal no. of childen		
	一男 1s	二男 2s	一男一女 1s-1d	三男 3s	二男一女 2s-1d	一男二女 1s-2d	四男 4s	三男一女 3s-1d	二男二女 2s-2d	四男一女 4s-1d	三男二女 3s-2d	二男三女 2s-3d	一男四女 1s-4d	四男二女 4s-2d	三男三女 3s-3d	七名以上 more than 7		男 son	女 dauter	計 total
農業 agri.	—	—	1	1	5	1	—	7	25	2	15	2	—	—	8	5	72	2.6	2.0	4.6
工人 labor	—	—	6	—	23	1	1	7	45	4	17	2	1	5	4	—	116	2.3	1.7	4.0
工業 Indust.	1	—	1	—	7	1	—	3	5	—	5	—	—	—	1	—	24	2.0	1.5	3.5
商業 com'ce	—	1	5	—	15	—	—	8	50	2	18	2	—	2	5	3	111	2.1	1.8	3.9
公教薪津 saleried	1	—	11	3	44	5	1	13	53	2	26	4	—	2	5	1	171	2.2	1.6	3.8
自由業 self-empl.	—	—	—	—	7	—	—	1	7	—	1	—	—	—	1	1	18	1.8	1.8	3.6
其他 others	—	—	—	—	5	—	—	2	12	1	4	—	—	1	1	2	28	2.6	1.8	4.4
合計 total	2	1	24	4	106	8	2	41	197	11	86	10	1	10	25	12	540	2.4	1.7	4.1
百分比 percent.	0.4	0.2	4.4	0.7	19.7	1.5	0.4	7.6	36.5	2.0	16.0	1.8	0.2	1.8	4.6	2.2	100.0	—	—	—

再者，看45歲以上的主婦對理想子女數量之意見，也有特殊的價值，因爲超過生育年齡的婦女，已經完成了人類應盡之義務，同時應經過的苦樂，都全部體驗過，她們的意見對節育及生產之看法，可能有歸納性的特徵。據第16表，家庭主婦在45歲以上的戶數有 123 戶（佔全戶數的22.8%），她們所想的理想子女數量，比較總戶數平均略高，爲4.7人（多出0.6人），雖是依然兩男兩女爲理想的百分比最高，而其比率與總平均比率相差不多（35%），但以三男二女爲理想的戶數比以兩男一女爲理想的戶數較多。同時也可以看出農村婦女的理想子女數比都市爲高的傾向。

第16表　45歲以上主婦認爲理想的子女數

Table 16 : Idealnumber of children wished by wives over 45

都市或農村 urban or rural \ 戶數 no. of house	理想子女數 ideal number of children										小計 total	平均 average		
	二男一女 2s-1d	一男二女 1s-2d	三男一女 3s-1d	二男二女 2s-2d	四男一女 4s-1d	三男二女 2s-2d	二男三女 2s-3d	四男二女 4s-2d	三男三女 3s-3d	七名以上 more than 7		男 son	女 dauter	計 total
都市 urban	11	1	1	23	1	22	—	—	6	3	68	2.6	2.0	4.6
農村 rural	6	—	5	20	3	4	2	3	7	5	55	2.8	2.0	4.8
合計 total	17	1	6	43	4	26	2	3	13	8	12.3	2.7	2.0	4.7
百分比 percent.	13.3	0.8	4.9	35.0	3.2	21.2	1.6	2.4	10.7	6.4	100.0	—	—	—

關於第三點，只有約四分之一的主婦贊成我國固有的多子觀念，而約四分之三的主婦，已不再有如此觀念。其中農村當然比都市較爲保守，其比例爲約三分之一比三分之二，而在都市的兩者之比例爲約五分之一比五分之四。經濟狀况別對多子觀念，各階層之間看不出有特殊之差異，但職業別方面即有階層間的差別。農民與工人，教育程度較低，尤其農民居住農村，比較保守，贊成多子觀念者達41.7%，工業及商業，多居住都市較爲開明，贊成多子觀念者位於平均比率即各爲16.7及27.9。至於公教薪津及自由業階層，教育程度較高，外省籍人士多包括在此階層，比較開明，贊成多子觀念者極爲少數，僅有15.2%及11.1%。（看第17表）。

第17表　對多子觀念之意見（經濟狀况別）

Table 17: Opinions about more children by economic status

月收 monthly income \ 戶數 no. of house		戶數 no. of house			百分比 percentage		
		贊成 support	不贊成 against	無意見 no idea	贊成 support	不贊成 against	無意見 no idea
都市 urban	under 500元以下	7	26	2	20.6	76.5	2.9
	501～1,000	45	112	9	26.0	69.2	4.8
	1,001～2,000	16	59	2	20.8	76.6	2.6
	2,001～3,000	2	14	—	11.8	88.2	—
	over 3.000元以上	1	2	1	33.4	33.3	33.3
	合計 total	66	221	11	22.1	73.9	4.0
農村 rural	under 500元以下	18	34	—	34.7	65.3	—
	501～1,000	40	37	2	27.9	71.7	0.4
	1,001—2,000	15	26	1	35.7	62.3	2.0
	2,001～3,000	1	6	—	14.2	85.8	—
	over 3,000元以上	1	1	—	50.0	50.0	—
	合計 total	75	164	3	31.0	67.7	1.3
合計 total	under 500元以下	25	60	1	29.0	69.7	1.3
	501～1,000	80	217	9	26.1	70.9	3.0
	1,001～2,000	31	85	3	26.0	71.4	2.6
	2,001～3,000	3	21	—	12.5	87.5	—
	over 3,000元以上	2	2	1	40.0	40.0	20.0
	合計 total	141	385	14	26.1	71.1	2.8

第18表　職業別對多子觀念之意見

Table 18 : Opinions about more children by occupation

職業 occupation ＼ 戶數 no of house	戶數 no of house 贊成 support	不贊成 against	無意見 no idea	百分比 percentage 贊成 support	不贊成 against	無意見 no idea
農業 agri.	30	40	2	41.7	55.6	2.7
工人 labor	40	75	1	34.5	64.6	0.9
工業 indust.	4	18	2	16.7	75.0	8.3
商業 cnm'ce	31	77	3	27.9	69.4	2.7
公敎薪津 saleried	26	143	2	15.2	83.6	0.2
自由業 self-empl.	2	14	2	11.1	77.8	11.1
其他 others	8	18	2	30.0	64.3	5.7
合計 total	141	385	14	26.1	71.1	2.8

五　節育與節育知識

節育之實行與節育知識，常常不能並存。雖然備有節育之常識，但難於決心實行，或實行後因其方法不適到或中途放棄，不一定收了圓滿的結果。在此方面，調查分爲下列各點：

(1) 是否知道節育及是否贊成節育(不知道者經過調查員之說明後問其意見)，其理由何在。

(2) 是否實行過節育，其方法及結果如何，知識由何處來的。

(3) 關於我國各機關對節育之指導，雖然甚爲消極，但各衛生院所及家庭計劃協會在推行此項工作，是否普遍？

(4) 節育在世界上已爲普遍的現象，除了我國以外，是否知道其他國家的狀況，其知識來源。

(一) 關於第一點，出於意外，約三分之二即64.9%的家庭都知道節育是何等一回事 (看第19表，第20表)。當然，都市的家庭此比率較高爲70%，而農村較低爲57.5%。

就職業別看；自由業、公敎薪津及工業等階層較高，約在80%左右，這因爲他們的敎育程度，生活環境，獲得知識的機會等因素所致的。商業次之，至於農民及工人對節育之意義不太普遍備有知識，但也有百分之四十五至五十之程度。

經濟狀況別階層對節育之知識，並無階層間的多大差別，表示此種知識與敎育程度，職業等因素，較有關聯性。

第19表　職業別是否知道節育之意義

Table 19 : Whether or not know the meaning of B.C. by occupation

職業 occupation ＼ 戶數 no. of house	戶數 no. of house 知道 yes	不知道 no	百分比 percentage 知道 yes	不知道 no		戶數 no. of house 知道 yes	不知道 no	百分比 percentage 知道 yes	不知道 no
農業 agri.	33	30	45.8	54.2	公敎薪津 saleried	135	36	79.0	21.0
工人 labor	59	57	50.9	49.1	自由業 self-empl.	15	3	83.3	16.7
工業 indust.	19	5	76.2	20.8	其他 others	18	10	64.3	35.7
商業 com'ce	71	40	64.0	36.0	合計 total	350	190	64.8	35.2

第20表　經濟狀況別是否知道節育之意義

Table 20 : Whether or not know the meaning of B.C. by economic status

月收 monthly income ＼ 戶數 no of house		戶數 no. of house 知道 yes	不知道 no	合計 total	百分比 percentage 知道 yes	不知道 no
都市 urban	under 500元以下	25	10	35	71.4	28.6
	501～1,000	116	50	166	69.9	30.1
	1,001～2,000	54	23	77	70.0	30.0
	2,001～3,000	12	4	16	75.0	25.0
	over 3,000元以上	4	—	4	100.0	0
	合計 total	211	87	298	70.0	30.0
農村 rural	under 500元以下	34	18	52	75.4	24.6
	501～1,000	75	64	139	54.0	46.0
	1,001～2,000	26	16	42	61.9	38.1
	2,001～3,000	3	4	7	43.0	57.0
	over 3,000元以上	1	1	2	50.0	50.0
	合計 total	139	103	242	57.5	42.5
合計 total	under 500元以下	59	28	87	67.8	32.2
	501～1,000	191	114	305	62.7	37.3
	1,001～2,000	80	39	119	67.2	32.8
	2,001～3,000	15	8	23	65.3	34.7
	over 3,000元以上	5	1	6	83.4	16.6
	合計 total	350	190	540	64.9	35.1

再者，對節育之意見，多數的家庭主婦都贊成節育（72.6%）。其理由以減輕生活負擔即經濟上的原因為最多（佔贊成人數的約60%），認為教育比生產更重要即育樂上的原因次之（佔贊成人數的約43%），認為要保護母體即生理健康上的原因也不少（佔贊成人數的約26%）。總之，現在的家庭主婦以經濟上、教育上、生理上的三點理由贊成節育的。至於不贊成節育的主婦僅佔少數（27.4%），以違反人道為主要理由較多（佔不贊成戶數約70%），其餘如希望多子及基於宗教上理由的佔了一部份。則不贊成節育的理由為道德上、宗教上、多子觀念等的保守因素所支配的（看第21表及第22表）。

就職業別來看，以公教與自由等階層為贊成節育的主婦佔多（各佔81%，77%），工業及商業階層次之（各佔83%，66%）。至於農民及工人，思想比較保守，贊成的比率較少（各佔58%，70%），但是贊成的人比不贊成的多（看第21表）。

經濟狀況別方面，也隨着收入之增加，贊成節育的比率高（各佔61%，75%，78%，82%及60%）。因為雖然收入多，如由上述的贊成理由可以看出，節育的必要，以教育及生理上的原因為重要的

理由，所以仍然主張需要節育（看第22表）。

第21表　職業別對節育之意見

Table 21 : Opinions about B.C. by occupation

職業 occupation ＼ 戶數 no of house	總戶數 total houses	贊成節育戶數 houses in favor	理由 reasons A	B	C	D	其他 others	不贊成節育戶數 houses against	理由 reasons A	B	C	D	其他 others
農　業 agri.	72	42	4	8	0	30	2	30	15	5	8	1	3
工　人 labor	116	83	5	20	1	56	2	33	35	2	2	1	5
工　業 indust.	24	16	12	7	1	11	1	5	3	1	1	1	1
商　業 com'ce	111	74	36	19	3	43	5	37	24	3	7	1	1
公教薪津 saleried	171	141	85	46	5	86	5	30	21	8	4	5	4
自由業 self-empl.	18	14	11	2	1	8	0	4	2	1	1	1	0
其　他 others	28	28	7	1	0	13	1	0	0	0	0	0	0
合　計 total	540	392	170	103	11	247	10	148	100	20	23	10	12

附註：remarks :

贊成理由　reasons of in favor

A　教育比生產重要 education is more important than giving birth

B　需要保護母體 protect mother's health

C　防止早婚弊害 for prevention of early marriage

D　減輕生活負擔 eliminating burden on living

不贊成理由 reasons of against

A　節育違反人道 for moral ideas

B　宗教上不許節育 for religious reasons

C　希望多子 prefer more child

D　國家需要人材 the country needs more people

第22表　經濟狀況別對節育之意見

Table 22 : Opinions about B.C. by Economic status

月收 monthly income ＼ 戶數 no. of house	總戶數 total houses	贊成節育戶數 houses in favor	理由 resons A	B	C	D	其他 others	不贊成節育戶數 against	理由 resons A	B	C	D	其他 others
under 500元以下	88	54	18	16	1	35	3	34	23	6	3	4	3
501～1,000	302	228	95	52	7	152	5	74	57	9	6	3	6
1,001～2,000	120	86	44	26	2	47	1	34	14	5	12	3	3
2,001～3,000	25	21	11	8	1	11	1	4	4	0	1	0	0
over 3,000元以上	5	3	2	1	0	2	0	2	2	0	1	0	0
合　計 total	540	392	170	103	11	247	10	148	100	20	23	10	12

（二）關於第二點，就是實行節育之狀況，是本研究的重點。據調查結果，約百分之十六的家庭實行過節育，比較贊成節育的比率（72.6%）為數甚低。所以對這種家庭主婦的答覆的信賴度(Confidence level） 應有檢討之必要。一般來說，家庭主婦不敢說出節育之方法及結果有下列原因：

（1）怕羞（尤其使用器具及藥品等）。

（2）結果不圓滿（同上及安全期）。

（3）過去一段時期實行過，但現在已經不實行。

（4）認為是違法（如打胎）。

因此，調查的結果雖然節育家庭僅佔全家庭之約五分之一，事實上比這種數字還高是無疑的。

就農村都市別來看，農村的節育普及率較低，僅有11%，而都市竟達19%。職業別方面的比較，以公教薪津（包括軍眷）階層為最高，在都市為23%，在農村為25%，次為工業及自由業，其普及率與公教階層差不多。至於農民及工人，僅有5至6%的家庭實行過節育，尤其是農村的工人60戶之中，沒有一戶實行過節育。工人及農民雖然普及率甚低，但都市近郊的農民14戶中，竟有2戶實行過節育，工人50戶之中也有6戶實行過節育，表示有關機關的指導及節育知識的普及在都市機會多，農村即比較被放任的（看第23表）。

第23表 職業別節育狀況

Table 23: whether or no applied BC by occupation

職業 occupation	戶數 no. of house	是否實行過節育 whether or not 是 yes	否 no	百分比 percentage 是 yes	否 no
都市 urban	農業 agri.	2	12	14	86
	工人 labor	6	50	12	89
	工業 indust.	5	13	18	72
	商業 com'ce	13	60	18	82
	公教薪津 saleried	25	83	23	77
	自由業 self-empl.	3	9	25	75
	其他 others	4	13	24	76
	合計 total	58	240	19	81
農村 rural	農業 agri.	2	55	4	96
	工人 labor	—	60	0	100
	工業 indust.	1	5	17	83
	商業 com'ce	6	34	15	85
	公教薪津 saleried	16	47	25	75
	自由業 self-empl.	1	5	17	83
	其他 others	—	10	0	100
	合計 total	26	276	11	89
合計 total	農業 agri.	4	67	6	94
	工人 labor	6	110	5	95
	工業 indust.	6	18	25	75
	商業 com'ce	19	94	16	84
	公教薪津 saleried	41	130	24	76
	自由業 self-empl.	4	14	22	78
	其他 others	4	23	15	85
	合計 total	84	456	16	84

最有問題的是經濟狀况與節育普及率之關係，因爲據第24表，經濟狀况愈好，節育之普及率也益高。如此，應有節育必要的窮戶，因爲受着各種原因的影響，未有節育方便或受節育指導之機會，而相反的，經濟狀况較好的家庭本有多產多育之能力，因爲教育程度較高，受節育指導較爲方便（直接指導及情報知識等），其節育普及率甚高，提示我們將來檢討節育政策時的重要問題（看第24表）。

第24表　經濟狀况別節育狀况

Table 24: whether or not applied BC by economic status.

月收 monthly income	戶數 no. of house	是否實行過節育 wether or not 是 yes	否 no	百分比 percentage 是 yes	否 no
都市 urban	under 500元以下	4	31	11	87
	501~1,000	29	137	18	82
	1,001~2,000	20	57	26	74
	2,001~2,000	5	11	29	71
	over 3,000元以上	—	4	0	100
	合計 total	58	240	19	81
農村 rural	under 500元以下	2	50	4	96
	501~1,000	16	123	12	88
	1,001~2,000	7	35	17	83
	2,001~3,000	1	6	13	87
	over 3,000元以上	—	2	0	100
	合計 total	26	216	11	89
合計 total	under 500元以上	6	81	7	93
	501~1,000	45	260	15	85
	1,001~2,000	27	92	23	77
	2,001~3,000	6	17	24	76
	over 3,000元以上	—	6	0	100
	合計 total	84	456	16	84

其次，實行節育的方法及結果，在84戶家庭之中，同時實行過兩種以上方法的，只有10戶，這是比我們的常識所了解的稍低。其原因與上列不報節育的相同，尤其失敗的方法爲不敢列報的主要理由。

節育的方法，本調查因顧慮主婦的怕羞心裡，將其方法簡化爲安全期（本省人慣用日名「荻野式」），藥品（包括藥片，藥膏及其他），器具（包括男用及女用），打胎及結閉（包括男及女）及其他（如我國古來的方法）等六項。申報的結果以結閉爲最多佔32例即34%（其中包括男子結閉二個例子），其次爲安全期有25例，即26.6%，使用藥品及器具，本來很普遍，但因使用方法雜煩而需要耐

心，很難收效並且失敗的例子多，由於羞怯心理，大都不敢報告出來，僅佔16例及11例即17及11.7%，至於打胎，在這幾年應該是很普遍的，但因爲多屬違法，所以大都不敢報出來，只有3例即3.2%。由上面的事實來分析，雖然在臺灣，節育是一種「禁忌」（Taboo），但事實上受家庭經濟因素，主婦生理因素，接收世界節育風潮等等影響，有相當的普遍。此種傾向有逐年發展的可能(看第25表)。

第25表　節育方法及結果

Table 25： Method and consequence

都市或農村 urban or rural	實行過節育戶數 no of houses applied	節育方法 method	節育之方法及結果 methods and their consequences														
			安全期 avoiding pregnancy period		藥品 medicine		器具 instrument		打胎 abortion		結閉 operation		其他 others		合計 total		
			圓滿 alright	不圓滿 unfavorable	圓滿 alright	不圓滿 unfavorable	圓滿 alright	不圓滿 unfavorable	圓滿 alright	不圓滿 unfavorable	圓滿 alright	不圓滿 unfavorable	圓滿 alright	不圓滿 unfavorable	圓滿 alright	不圓滿 unfavorable	合計 total
都市 urban	58	戶數 no of house	15	3	6	4	3	2	2	—	19	4	7	—	52	13	65
			18		10		5		2		23		7		65		
		百分比 percentage	27.7		15.4		7.7		3.1		35.4		10.7		100		
農村 rural	26	戶數 no of house	6	1	3	3	3	3	—	1	7	2	—	—	19	10	29
			7		6		6		1		9		—		29		
		百分比 percentage	24.1		20.7		20.7		3.5		31.0		—		100		
合計 total	84	戶數 no of house	21	4	9	7	6	5	2	1	26	6	7	—	71	23	94
			25		16		11		3		32		7		94		
		百分比 percentage	26.6		17.0		11.7		3.2		34.0		7.7		100		

（三）關於第三點，節育知識的來源，因在都市接收群衆傳播（Mass-Communication）的機會多，報紙雜誌經所謂傳播媒（Mass- Media）較爲普及，所以由雜誌報紙及書籍等得來的知識最多。尤以日本的「婦人雜誌」普遍於本省婦女之間，每期都有此方面指導文章的記載，另外中文方面，以翻譯及衛生家庭等爲主的雜誌也是主要知識來源之一。再者，醫生或衛生機關之指導次多，這是因爲婦產科醫生的指導的關係，配合結閉節育之方法之普遍而來的，但不是衛生所等行政機關的指導的結果，這在下面第27表也可以看得出來。在農村，以朋友的轉告爲多，這種情形與都市相反，但醫生的指導或報章的影響也多，因爲住農村的公教階層爲數不少的關係（看第26表）。

第26表　節育知識之來源

Table 26： Sources of knowledge about BC.

	實行節育戶數 no of house applied	知識來源 sources				
		醫生或衛生機關 doctor or health center	雜誌報紙或書籍 paper or magazines	朋友轉告 friends	其他 others	小計 total
都市 urban	58	26	26	17	6	75
農村 rural	26	6	7	8	3	24
合計 total	84	32	33	25	9	99

現今臺灣的節育，雖受政府的冷遇，婦女團體的蔑視，但事實上也有部份機關在逐步的指導，一爲各級衛生院所，二爲中國家庭計劃協會。但這些機關，到目前爲止，不敢把此項工作列爲「中心工作」，都是被動的來接收家庭主婦的申請，既未有積極的宣傳，也不敢公開的主持節育講習會班。據第27表，只有百分之六的家庭受過前述機關團體之指導，都市稍高，有10%，在農村僅有2%。

第27表　是否受過衛生所或中國家庭計劃協會之指導

Table 27 : whether or not guided by health center or by C.F.P.A.

		是 yes	否 no	合計 total
都市 urban	戶數 no of houses	30	268	298
	百分比 percentage	10	90	100
農村 rural	戶數 no of houses	5	237	242
	百分比 percentage	2	98	100
合計 total	戶數 no of houses	35	505	540
	百分比 percentage	6	94	100

（四）關於第四點，對外國的節育的情況，有150戶即約29%的家庭知道其他國家正在實行節育，都市部份較高（36%）農村較之爲低（20%）。以國家別來看，知道日本及美國情況的主婦較多，這與知識來源有關，因爲他們的知識來源以各種書刊爲主，而此種書刊以英日文爲多，偶有中文書刊也介紹日美兩國節育消息的比其他各國較多的關係（看第28表）。

第28表　是否知道其他國家實行節育

Table 28 : whether or not know about other nations' BC.

	不知道之戶數 houses ignorant	知道之戶數 houses aware	國家名稱 name of nations								知識來源 sources of knowledge					
			美國 U.S.A.	英國 England	日本 Japan	法國 France	義大利 Italy	德國 Germany	其他 Others	小計 total	雜誌報誌刊物 papers or magazines	醫生及衛生機關 doctors or helth center	朋友轉告 friends	演講會及集合 meeting	其他 others	小計 total
都市 urban	191	107	31	2	51	9	1	1	35	150	65	17	32	6	13	133
農村 rural	192	50	20	3	26	8	0	1	3	61	32	2	11	2	10	57
合計 total	383	157	51	5	77	17	1	2	38	211	97	19	43	8	23	190

最後，對人口放任增加的結果，可有兩種相反的意見。第29表，大多數的意見爲不宜放任增加，因它可能發生社會上的糧食問題，及經濟問題也有家庭上及社會上的養育問題。但小部分的主婦認爲增加人口也有好處，這不外是增加國力，增加勞力，又可以養子防老等社會及家庭上的理由。兩種相反的意見的比較，爲629對126（83：17），在農村，樂觀的意見較都市多，即爲80：20，而都市爲86：14。

第29表　對放任人口增加會發生的結果之意見

Tbl 29 : Opinions about policies and its effect of non-Birth-control

	無意見 no opinion	知道 answered	認為發生之結果 effects such to be consulted						其他 others	合計 total
			可以養子防老 security for older ages	增加人力增强國力 increase man-power to our country	增加生產勞力 increase product-ion power	發生糧食問題 cause food problem	發生經濟問題 cause econom-ic problem	發生養育問題 cause bring up problem		
都市 urban	12	286	17	29	15	106	180	81	16	444
			61			367				
農村 rural	2	240	22	26	17	112	105	45	4	331
			65			262				
合計 total	14	526	39	55	32	218	285	126	20	775
			126			629				

六、結　　言

我國的節育，在過去被社會人士尤其是執政者，誤會為削減國力人力乃至不德道的原因，不外為下列兩點：

（a） 解釋節育的範圍狹小，則節育就是抑壓生育。

（b） 以為節育就是打胎及類似的行動，等於摧殘小生命，其實現代的節育，不但是含義廣汎，而其方法也進入「避姙」，根本與宗教上及道德上的禁忌不發生衝突。

首先我們應該確立節育的觀念，就是不管它使用何種名詞，所謂節育（Birth Control）是不再為僅以各種方法來避免受姙或限制生育之消極行動，應該是配合社會環境與家庭環境，來調整人類的生育的有計劃性的行為。在日語所用的「產兒制限」的意義已成為過去，而現代的節育是圖謀家庭人口的調整（Adjustment）與安定（Stability or security）的計劃生育（Planed Birth）。因此節育所含的意義，應有下列三點：

（a） 抑壓生產，即以避姙來減少人口。

（b） 視環境之如何來調整生產，而與數量無關，只是時間之按配而已。包括：

（1）使身體健康不佳或病後的主婦緩遲生產，俟健康恢復則開始生產。

（2）因職業經濟或教育上的需要緩遲生產，俟此等因素容許，再開始生產。

（3）使生育的間隔，有適當的按配，不使它過於緊密（如三年生產兩嬰）或過於疏隔（如結婚後第一年生產初嬰，十五年後生產第二嬰），來圖謀生育的期間有合理的調節，以便建設康樂的家庭與有充分教育子女的機會。

（c） 指導不受姙的夫婦或子女過少的家庭，使之有生育或增加生產。

因此節育之目的，應該並行考慮人口的數量與品質，同時，不應該僅視子女為「人口」或「勞力」或「兵力」，而待之為「優良國民」或「有教養的人」或是「健康快樂的人」。從上述的觀念來解釋節育，我們不但不要排斥節育，實有細心的坦白的來獎勵節育及指導節育之必要。

再者，不管政府或部份持有成見的人士來忌避節育或阻止節育，根據本調查，臺灣社會的節育，正在普遍。因為缺少必需的知識及適當的設備與工具，一方面得不到衛生機關的指導，其因用法不妥

而發生的弊害及因無知而發生的困惑，是容易想像的。已然上述廣義的節育在國家及社會上是益多害少，應有「化暗爲明」之必要，如此家庭的育樂才可以改進，社會文化及經濟也得有更進步的機會與可能性。

七 摘　　要

(一) 臺灣在近幾年來，因人口的顯著增加，對社會經濟發生壓塞現象，引起各方面注意到人口與糧食問題及人口節育問題。民國四十七年底臺灣的人口總數已超過一千萬之大關，爲10,039,435人，同年度自然增殖率爲33.5。

(二) 雖有部分人士關心節育，但尚停滯於原則上與政策上的論爭的範圍內，還未有實地調查過節育的實態，來作論評之依據。

(三) 本研究係於民國四十八年四至五月間，在臺中市南區，用隨機選樣法選定總戶數的十分之一即1540戶爲樣戶，按戶訪問家庭主婦，調查家庭人口結構 (家庭人口之質量)，對節育之看法，節育之實況，以及對節育與人口問題之意見 (看第一表)。

(四) 被考慮爲分析因素的，有教育程度、現有子女數量、夫婦之年齡及結婚年齡、職業、經濟狀況、宗教、籍貫等，而分爲農村地區與都市地區，便於比較。

(五) 在本文，就其中的經濟因素，即家庭收入與職業兩項與家庭人口結構及節育之關係，作初步的分析，其餘的因素俟資料整理後另行發表。

(六) 就職業方面來看，臺中南區爲半都市半農村的郊區，這幾年來農業戶數逐年減少，因爲耕地小，農業外收入超過農業收入，轉變爲工人或薪津階層。其職業類別以公教軍眷薪津階層爲最多佔31.7%，其次爲工人及商業各佔21.5%與20.6%，農戶位於第四，第13.3%，其餘爲工業 4.4 %，自由業3.3%，其他5.2% (看第 2 表)。

(七) 經濟狀況以每月收入501元至1,000元的所謂中下等階層爲最多佔56.5%，月收 1,001 元至2,000元的中等階層次之佔22%。其次爲月收500元以下的下等窮戶佔16.2%。月收 2,001 元以上的中等以上的階層者僅佔5.3%，其中月收3,001元以上者僅有 6 戶即佔1.1% (看第 5 表)。

(八) 每戶平均子女數量爲 3.7 人，如加算夫婦兩人，每戶平均家庭人口爲 5.7 人，與該區民國四十八年二月底的總戶數平均數字5.1人 (共5.401戶，27.685人) 比較，稍高一些。平均子女數量最多爲農民階層，每戶有4.7名，公教及自由業爲最低各3.4人與3.0人 (看第 3 表)。

(九) 經濟狀況別各階層的子女數量，與階梯的上昇成正比例，即月收與子女數量的關係如下。

500元以下	501～1,000	1,001～2,000	2,001～3,000	3,001元以上
3.35	3.60	4.15	4.87	4.66

換言之，臺灣的家庭人口數量的決定因素爲家庭所得，已呈現與歐美國家相同之傾向。(看第 9 表)

(十) 每戶平均子女數，不論職業別或每月收入別，農村都比都市爲高，農村平均人數爲3.77人，都市爲3.72人 (看第9.10.11表)。

(十一) 子女的教育程度，與經濟狀況也成正比例 (看第 6.7.8 表)。在初等教育方面，因爲臺灣自從1940年來實行義務教育，一般的就學率都很高，月收500元以下的家庭就學率竟有 69.8 %，隨着階梯之上昇，各階層的就學率遞增，各爲84.5%～91.2%～94.7%～100%，而總平均爲 86 %。至於中等及高等教育，與經濟狀況更有密切的關係。即：

		月收500元以下	501～1,000	1,001～2,000	2,001～3,000	3,001元以上	平均
就學率	中等	24.2	36.2	39.8	72.6	100.00	41.3
	高等	0	6.1	3.2	20.0	50.00	7.7

(十二)子女的教育程度，都市比農村，公教與自由階層比農民及工人較高(看第8表)。

(十三)大多數的家庭主婦(70.8%)都不希望再生小孩。以經濟上、教育上、生理上理由爲主要原因，偶有年青主婦及子女性別的數量不平衡的主婦才希望再生產。(看第12及13表)。

(十四)關於理想的子女數量，認爲兩男兩女計四名爲理想的最多(36.5%)，兩男一女及三男兩女次之(19.7%與16.0%)，平均數爲男2.4人女1.7人計4.1人(看第14及15表)。四十五歲以上的主婦是已經進入非生育期的女人，共有123戶約佔全主婦數之四分之一，其認爲理想的子女數也以兩男兩女爲最多，三男兩女及兩男一女次之，平均爲4.7人，(男2.7人，女2.0人)比較總平均稍高(看第16表)。

(十五)我國原以多財多子多壽爲人生的理想，但關於多子觀念已成爲陳舊，因爲約四分之三即71.1%的主婦不贊成多子觀念。其比率都市比農村高，公教、自由、工業、商業等職業階層比農民、工人等階層高，表示後者比較前者保守(看第17.18表)。

(十六)約三分之二即64.9%的主婦，知道何謂節育。此種比率都市較農村爲高，就職業別而論，公教、自由、工業、商業等職業階層因爲教育環境較好，比較農民及工人爲高。經濟狀況與節育之知識，未有多大的關係(看第19.20表)。

(十七)多數的家庭主婦，不關有無實行節育，贊成我國應該實行節育，其百分比爲72.6%。所列擧的理由，以經濟上的負擔不起爲理由者佔最多(贊成人數之60%)，以教育比生產爲重要者次之(43%)，而保護母體健康也是重要理由之一(26%)。總之，她們之贊成節育，以經濟、育樂、生理三項爲主要理由。反之不贊成者，以違反人道即道德上的理由爲主(佔不贊成人數的70%)，其餘爲多子的保守觀念及宗教上的理由(看第21.22表)。

(十八)據這次調查之結果，約五分之一即16%的主婦實行節育，但事實上應比這種數字還高，因爲一爲羞恥心理，一爲害怕露出違法的事實，報告的比率較低。不過雖然其比率僅佔總數之五分之一，這是「放任之五分之一」，提示一種嚴重之事實排在我人面前(看第23.24表)。

(十九)節育之對象，都市比農村較普及(19%與11%)，公教軍眷(在都市25%，在農村2.3%平均24%)與工業自由業等階層，比農民(6%)工人(5%)爲高。同時一個不正常的傾向，是經濟狀況之上昇與節育之普及成正比例，如月收500元以下階層僅有7%實行節育，而2,000元至3,000元月收的中上階層竟有24%實行節育，表示節育指導工作有再檢討之必要(看第23.24表)。

(二十)節育之方法，以結閉(輸卵管或輸精管)爲最多(34%)，安全期次之(26.6%)，使用藥品及器具原來甚爲普遍，但因收效不大而不願意申報，其人數不多(17%及11.7%)。至於打胎也因害怕露出違法事實，只有3.2%的主婦坦白報告出來(看第25表)。

(二十一)她們的節育知識，以書刊報紙(33人)醫生及衛生機關的指導(32人)及朋友轉告(25人)爲主要來源(看第26表)。

(二十二)現在的衛生行政機關，消極的在做節育指導，另外有中國家庭計劃協會也同樣的推行工作，但只有6%即33戶的主婦受過他們的指導，此種普及率，都市比農村較高(看第27表)。

(二十三)約有29%即150戶的家庭主婦知道其他國家如美日法等也在實行節育，以各種書刊，朋友轉告，醫生及衛生機關的指導等爲主要知識來源(看第28表)。

(二十四)多數的主婦認爲人口不要放任增加，因爲會發生經濟、糧食、養育等問題(83%)，但部分主婦(約17%)贊成人口的放任增加，以增加生產、增强國力、養子防老爲其主要理由(看第29表)。

(二十五)據本次調查，我們認爲臺灣的節育應有化暗爲明之必要，由有關機關來積極指導，一方面圖謀收效，一方面防止弊害之發生。同時也需要改變部分人士對節育之成見，由狹義的節育推廣爲廣義的節育，來共策家庭與社會國家之富康之道。

A STUDY ON ECONOMIC FACT OF BIRTH CONTROL IN RURBAN AREA

by

Pao-Shu Lin

SUMMARY

1. For the past several years, the rapidly increasing population of Taiwan has been causing an economic crisis, which forces us to pay attention to "birth control" problem, as well as the problem of population and food.

The population of Taiwan had risen above 10 million by the end of 1958.-reported number was 10,099,435. The increase rate was 33.5% 。

2. Though there have been some people who pay more attention to birth control, yet the problem has not been more than discussion, nor investigation has ever been made with reference to this problem.

3. This investigation was made in April through May 1959, on random sampled 540 families in the South section of Taichung City. On surveying, we called on house-wives questioning as to the individuals of the family, their opinions on this matter and other practical problems on the line. (ref. to table 1)

4. Factors picked up were, education, the number of children, ages of husbands and wives, occupation, economie status, religion and province of origin, etc.

For comparison, samples were separated into those in rural and in urban area.

5. This study is to make a primary analysis of the correlation between "birth control" and the income of a family as well as the number of children.

Other factors shall be reported as soon as necessary data have been synthesized.

6. In respect of occupation, the south section of Taichung may be separated into the urban section and the rural. Farming families decreasing while laborers and salaried men are increasing mainly because of increasing population in limited farming land, and better income from other jobs than from farming.

Among all the occupations, salaried men occupies the top, 31.7%, next to which are laborer and commerce, each 21.5% & 20.6%, agriculture comes the forthc 13.3%, and industry 4.4%, self-employed 3.3%, others 5.2%. (ref. to table 2)

7. As regards economic status, people with monthly income between NT$ 501 and NT$ 1,000 so-called lower class, is on the top- 56.5%, middle class whose income is NT$1,001 to NT$2,000-22%, below NT$500, so-called poor people-16.2%, upper class whose monthly income exceed NT$2,000—5.3%, among the upper class only six families have their monthly income over NT$3,000—1.1%.(ref. to table 5)

8. An average family has 3.7 children. Including the couple there are 5.7 persons in an average family. This figure is a little higher than that reported by City Government in Feb. 1959. (5,401 families with 27,865 Inhabitants) Farmers have more children—4.7 per family, than salaried men—3.4 children, or than self-employed people—3 children. (ref. to table 3)

9. The number of children of a family is in direct proportion to its incone. The correlation table is shown below.

	Under NT$ 500	NT$501- 1,000	NT$1,001- 2,000	NT$2,001- 3,000	Over NT$ 3,000
Number of Children	3.34	3.60	4.15	4.87	4.66

By this table we can find that family incooe is the decisive factor of the number of children. Same tendency has been found both in Europe and America. (ref. to table 9)

10. Rural people, regardless of their jobs, have more children than townspeople. An average rural family has 3.77 children while urban people has 3.72 (ref. to table 9, 10, 11)

11. Education standard is also in direct prcportion to financial situation. As primary school has been made compulsory since 1940, the percentage of school attendance is rather high, that cf lower families is 69.8% and the percentage increases in proportion to the income up to 100%. (69.8 —84.5—91.2—94.7—100.0) There is still closer relation between higher education. such as high school or college, and family income.

	Under NT$ 500	NT$501— 1,000	NT1,001— 2,000	NT$2,001— 3,000	Over NT$ 3,000	Average
% of children attending middle sch.	24.2	36.2	39.8	72.6	100	41,3
College	0	6.1	3.2	20.0	50.0	7.7

12. Education standard is higher in urban area than in rural, that cf salaried people or independent business men is higher than cf farmers or laborees. (ref. to table 8)

13. Most of the house wives don't want to bear any more children, mainly because of financial, educational, and physical problem. Only young coup les or those who have not yet had ideal number of sons or daughters want more. (ref. to table 12,13)

14. When questioned"What do you mean by ideal number of sons and daughters?" most people—36.5%—answered"2 sons and 2 daughters" while 19.7% wanted 2 sons and 1 daughter, 16% wanted 3 to 2. The average proportion was 2.4 sons to 1.7 daughters. Most wives of 123 families who were older than 45 years and were not expected to bear any more children also considedred "two son and two daughter" as an ideal number, next to which was "3 son and 2 daughter". Ideal number of children averaged 4.7 (2.7 boys and 2 girls) (ref. to table 16)

15. In China, Wealth, Children, and Longevity have been regarded as three best fortunes, but the fortune of having many children has gradually become an out-of-date idea. For we have found three quarters of the house wives against having too many children. More townspeople have this idea than urural people, farmers and labourers are more conservative than the people of any other job. (ref. to table 17, 18)

16. 64.9% of the house wives knew the meaning of "Birth Control". The percentage is higher in town than in country-side, and higher with salaried people, independent business men than with farmers or laborers. No important correlation was found between their knowledge of "birth control" and financial situation. (ref. to table 19,20)

17. Most of the house wives(72.6%), either practise or not, were in favor of "birth control". Their reasons were: for financial problems—60%, that bringing up was more important than simple giving birth—43%, for physical problem—26%.

To sum up, their main reasons for birth-control were on the financial, educational, and physical point of view.

On the other hand, 70% of those who were against pointed out their reasons for moral ideas, the rest—30% still seemed to hold conservative or religious ideas. (ref. to table 21, 22)

18. According to the data, 16% of the house wives have put "birth control" into practice. But actually the percentage might be higher, for we could not expect all to tell the truth, some for shyness, others for fear of revealing illegal act.

Though the percentage is low, yet we can not ignore the fact that these people have practiced birth-control without any guidance by the public sanitary organizations. (ef. to table 23, 24)

19. B. C. is more popular in the urban area than in the rural (19%11%). More practised by salaried men, independent business men (averaged 24%) than by farming families—6%, or labourers—5%. An unfavourable tendency is that the percentage is in direct proportion to the financial situation. That is, among those whose monthly income under NT$500, only 7% did B. C., whereas 24% or the people whose income was NT$2,000 to NT$ 3,000 did. This percentage is warning us to pay more attention to B. C. as to how to give the right guidance to the People. (ref. to table 23, 24)

20. As regards the method; oviduct-closing by operation occupies 34%, avoiding the pregancy period (Ogino-method) —26.6%, as contraception instruments or medicines are not very reliable, though rather popular, comparatively few people adopt these methods — instrument 17%; medicine 11.7%.

As to abortion, there might be more than reported but possibly for fear of revealing illegal act, only 3.2% of the wives answered frankly. (ref. to table 25)

21. The sources of knowledge; from papers and magazines—33 persons; from doctors or sanitary organizations—32 persons; from friends —25 persons. (ref. to table 26)

22. At present sanitary organizations are more or less giving proper guidances but not very actively, also China Family Project Association is doing the same. But only 33 families (6%) out of the samples have had their guidances. The percentage is also higher in the urban area than in the rural. (ref. to table 27)

23. House wives of 150 families (about 29%) know through the same sources as above mentioned, that B. C. has been put into practice in other countries such

as America, Japan and France etc. (ref. to table 28)

24. Most of the wives consider that the population should not be left increasing in the way it is, which would cause economic, food and education problems. On the other hand, some of them are in favour of leaving it naturally increasing, so as to increase productive strength, reinforce national power and to "sove children against their dotages" (ref. to table 29)

25. As a conclusion, we regard that B. C. project ought to be brought to the open by all organizations that concern, giving right guidances while preventing any possible abuses that may occur. At the same time we have to alter the prejudiced ideas about B. C. and pioneer the way which leads to sound family and sound nation.

鉀肥對椪柑植株發育果實大小及產量影響之研究

朱　長　志

STUDIES ON INFLUENCE OF POTASSIUM FERTILIZER UPON THE PLANT GROWTH, FRUIT SIZE, AND YIELD OF PONKAN

(Citrus Poonensis) (First report)

by

Chang-Chih Chu

緒　　言

椪柑爲臺灣重要果樹之一，年產達15,000公噸以上，佔地約三千公頃，除供自給外，每年尙有外銷，據近年來在臺中產區調查之結果，已獲悉樹之壽命只有二十年左右，平均每株產量亦只在15公斤上下，較諸來自大陸之原種，頗有差異，且果實大小不一，品質不齊，此固由於光復以來對苗木繁殖疏忽及許多栽培上問題不爲果農了解之所致。據調查大多數果農只知施用氮肥，而不注意磷鉀肥，或爲植株早衰退及產量降低之主因。據世界各柑桔產區之報告，均用高鉀低氮以改進果實之品質，增加果實之產量（美國加州土壤含鉀量較多爲例外），臺灣土壤據報告大多數含鉀量均低，按柑桔因果實之生產每年由土壤中吸出大量之鉀，如不能每年適量補充則土壤中之鉀逐年減少，自然直接影響到植株之發育及產量，但果農不施鉀亦不無其原因，據探悉大多數果農均謂施鉀肥後果實易變黑及變酸，果實價格降低，此種雖屬實際情形，但均可由栽培管理技術上以避免之，蓋施鉀肥後因葉枝繁茂，銹蜱易乘機繁殖，危害果實致引起所謂象皮病，果實外皮部分或全部悉黑，因果農不知預防方法只好以消極之不施鉀肥以避免之，至於酸味增加亦屬事實，但不悉酸味之增加，其營養價值亦隨之提高，初採收時固較略酸，但稍經貯藏則風味反變爲特別濃厚，遠勝不酸之果實稍貯藏而變爲特別淡薄者，如爲延長市場供應時期及外銷反而能提高其價格。

玆爲明瞭鉀肥對椪柑植株發育果實大小及產量之影響特擬定本試驗，至於對果實品質之影響，將見於本試驗之第二報。

本試驗承臺大教授汪厥明先生及本院教授盛澄淵先生指導設計，並承化學肥料服務社資助始得順利進行，銘感之餘特此致謝。

試驗材料及方法

1. 試驗材料——本試驗採用六生年之椪柑，砧木爲酸桔（Citrus sunki）
2. 試驗地點——臺灣省立農學院園藝場內。
3. 試驗時期——自1956年開始現繼續中。
4. 試驗設計——本試驗以鉀肥爲主要因子，固定氮磷肥之用量，變換鉀肥之用量，採用三種處理，重複六次，田間設計採用逢機排列法，每小區二行，共14株，株行距爲4m×4.5m。
5. 肥料用量及小區代號如次表

表一. 肥料用量及小區代號

處　理	六年生每株用量(gm)			小區代號
	N	P_2O_5	K_2O	
無　鉀　區	175	200	0	NPK_1
適 量 鉀 區	175	200	200	NPK_2
高　鉀　區	175	200	300	NPK_3

6. 肥料分期施用量及時期如次表

表二. 肥料施用用時期及用量表

肥料 \ 時期	第一期，一月下旬	第二期，六月下旬	第三期，十月上旬
N	3/5	1/5	1/5
P_2O_5	1t2	1/2	—
K_2O	3/5	2/5	—

試　驗　結　果

1. 樹徑增大之情形——以地面上10cm處東西向爲準，每年於每次施肥後測量之。

表三. 樹徑逐年增大及增加百分率（本表爲十月上旬測量之平均數字）

處理 \ 年度		1956	1957	1958	1959	1960
K_1	徑大(cm)	7,544	8,803	10,568	11,712	12.742
	增加 %	—	16.69	40,08	55.24	68.88
K_2	徑大(cm)	7,501	8,493	10,383	11,526	12.659
	增加 %	—	13.22	38.42	53.65	68.76
K_3	徑大(cm)	7,033	8,223	9,890	11,211	12.619
	增加 %	—	16.92	40.62	59.54	80.14

2. 樹冠高度增加之情形如次表。

表四. 樹冠高度增加及增加百分率表

處理 \ 年度		1956	1957	1958	1959	1960
K_1	樹高(cm)	264.10	295.01	347.05	349.14	352.05
	增加 %	—	11.70	31.41	32.20	33.30
K_2	樹高(cm)	253.23	281.83	334.33	338.01	360.58
	增加 %	—	11.29	31.36	33.47	42.39
K_3	樹高(cm)	255.13	288.10	334.83	351.17	364.50
	增加 %	—	12.92	31.24	37.54	42.87

3. 樹冠寬度增加之情形以東西向爲準。

表五. 樹冠寬度增加及增加百分率表

處理	年度	1956	1957	1958	1959	1960
K_1	樹寬(cm)	185.68	207.76	280.69	411.21	430.47
	增加 %	—	11.78	51.02	121.46	131.83
K_2	樹寬(cm)	183.53	204.17	273.17	413.16	417.58
	增加 %	—	11.25	48.84	125.12	127.53
K_3	樹寬(cm)	170.07	195.10	260.17	409.67	427.16
	增加 %	—	14.71	52.98	140.88	151.17

4. 植株生長勢及染病率之情形如次表。

表六. 植株生長勢及染病率

處理	强健植株 %	發育中庸者 %	染病植株 %
K_1	23.80	40.47	35.71
K_2	33.33	34.52	32.14
K_3	35.77	39.28	25.00

5. 產量之情形——產量受颱風之影響甚大，於1957，1958果實大多爲颱風吹落無法計算產量，1959年因受颱風之影響不太嚴重獲得之結果如次表。

表七. 每株平均產量及施鉀增加百分率與果實大小之比較表

處理	1959年每株平均產量(kg)	施鉀肥產量增加之百分率	平均果實大小 (gm)
K_1	19,824	—	193.72
K_2	22,301	12.49	199.69
K_3	22,518	13.59	207.75

討論與結論

由本試驗之結果證明植株生長情形，施用適量鉀肥之成年樹稍有抑制生長之現象，但在多量鉀肥區植株生長强健，其生長量亦因之而增加，在各處理中生長强健植株之百分率以多量鉀區爲最高，以不施鉀肥者爲最低，其發育不良罹病之百分率則以不施鉀肥者爲最高，由此可證明鉀肥爲植株發育强健之重要因素。

果實之產量以不施鉀肥爲最少，其施用鉀肥者則因鉀肥之用量成正比增加，而果實之大小，亦因鉀肥之多寡而有增大之趨勢。

摘 要

1. 鉀肥有强健椪柑植株生長及增加病害抵抗之作用。
2. 鉀肥有增加果實之產量及果實大小之作用。

STUDIES ON INFLUENCE OF POTASSIUM FERTILIZER UPON THE PLANT GROWTH, FRUIT SIZE AND YIELD OF PONKAN (FIRST REPORT)

By

Chang-chih Chu

Summary

The results indicate that the potassium fertilizer is strongly assoeiated with resulting tree vigor, fruit size, and yield, Also increased the resistance of diseases.

農業職業教育上靜畫教學法之研究(I)
幻燈片之製作法

林　金　坤

STUDIES ON STILL PICTURES IN TEACHING VOCATIONAL AGRICULTURE(I)
LOCAL PRODUCTION OF FILMSTRIPS AND SLIDES

by
Chin-Kun　Lin

一、引　言

視聽教具與任何教學適當配合時，均能提高其教學效果，乃衆所週知之事實。近年來，我國對於科學教育非常重視，教學法亦隨之有所改善。即在教學時，運用種種視聽教材及教具，適當配合教學以期提高教學效率。

所謂視聽教學法 (Audio-visual Methods in Teaching) 係利用直接經驗(Direct, Purposeful Experiences)，間接經驗 (Contrived Experiences)，戲劇性經驗 (Dramatized Experiences) ，示範表演 (Demonstrations) ，參觀旅行 (Field Trips)，展覽 (Exhibits) ，電視 (Television) ，電影 (Motion Pictures) ，靜畫 (Still Pictures) 播音 (Radio) ，錄音 (Recordings)，及諸種視聽覺記號 (Visual and Verbal Symbols) 等與教科書作適當之配合，為提高教學效率之最有效方法。

Dr. Edgar Dale 研究多種視聽教具與學生所得具體經驗深淺之結果，曾引用兩者間之關係作出如下之比較性圖表。

此表由視聽教具配合學習經驗，就學生所得經驗之具體性及抽象性所製成的。 Dr. Dale 將其命名為，"Cone of Experience (經驗之金字塔)"。由此表可知：

1. 具體經驗在底邊而抽象位於頂部。
2. 從底邊向上，則增加抽象性而減少具體性。
3. 從上部往下，則增加具體性而減少抽象性。

他提示我們：

1. 每一項經驗不是固定而單獨使用的。每次使用某一項經驗於教學時，其他任何項之方法均可參與使用。
2. 從底邊向上部移動，不一定增加學習之困難性。

靜畫在上表裏，位於第九帶，接近於最抽象，是因為學習者僅能用他們的一個感覺器官——視覺，而瞭解之故。但實際教學上，有他項方法同時參與，故靜畫在教學上其效力也非常大。靜畫包括相片、圖解說明、立體畫、幻燈單片、幻燈捲片及玻片等。後三者完全需用幻燈機放映始可為教學，故適於團體教學。但前三者可用幻燈機放大使用，亦可免用幻燈機直接供為教學，做為個人指導及團體教學兩用。

幻燈單片及幻燈捲片為一種教學上用之靜畫。靜畫中過去在教學上較常用者為照片，圖解說明，立體畫及玻片，惟僅幻燈單片及捲片較為新式。固然它們在我國為教學利用之歷史較淺，惟其



圖1　經驗之金字塔

方法較爲新穎，故教學效果頗爲良好。茲擧列其在教學上之優點如下：

1. 喚起學生之學習興趣。
2. 吸引學生之注意力。
3. 給與教學上之有效變化。
4. 爲學習經驗之溫習或綜合用。
5. 測驗學生之瞭解程度。
6. 協助教學之發展。
7. 給與學生深刻之印象而不易忘記。
8. 視學生之瞭解程度，可任意調節放映時間。
9. 節省教學上之時間與精力、並提高其逼眞性。
10. 啓發學生之自動學習精神。

如上述其在教學上之優點頗多，因此許多教員曾試作教學上應用之幻燈單片或捲片。唯除視聽教具及設備完善之學校外，各農校均似乎缺乏製作幻燈片之全部或部分設備，以致成品未臻理想，甚至不宜教學之用。筆者有鑒於斯，遂自民國四十五年卽運用美援經費着手攝影工作，至今已攝成四十多種幻燈捲片。爰將所用方法及心得綴集此文。惟自愧學識經驗淺薄，謬誤在所難免，尙祈諸賢達及讀者不吝指正是幸。

關於幻燈片之製作法，多承美國安全分署視聽教育專員嚴慶澗先生啓示，謹此致謝。

二、幻燈捲片與幻燈單片

所謂幻燈片係指將教學上廣告及宣傳或欣賞上有價値之目的物以相機攝上軟片或畫在玻璃片上，作爲可透視光之片或玻璃片，利用幻燈機放映爲教學，廣告及宣傳或欣賞之用者。幻燈捲片(Filmstrip) 和幻燈單片 (Slide) 易於混同。幻燈捲片是由數十張之相面構成，而以較長之故事內容，作爲一連串之35mm陽畫。幻燈單片却爲一片一片單獨正片，而說明較短內容，其大小普通爲24×36mm，但亦有 6 × 6 cm者。上述"正片" 兩字，乃指由 35mm 軟片製成之陽畫或畫在玻璃上之圖畫而言。因爲單獨之正片，通常將其 24×36mm之軟片夾在 2″× 2″大小之紙板（或兩張玻璃）內或直接畫在 2″× 2″大小玻璃上而使用。故亦有 2″× 2″幻燈單片或 2 吋方幻燈單片之稱。玻璃單片固然製作簡單方便，且成本又小，黑白彩色均可使用，但作畫所需時間較長，亦易損壞，因此幻燈單片大多數採用不燃性之35mm軟片製成。

1. 幻燈單片之種類

幻燈單片依其色彩分爲彩色幻燈單片 (Color slide)和黑白幻燈單片(Black and white slide) ，如下表所示。其大小普通爲24×36mm而少有 6 × 6 cm者。

幻燈單片
- 彩色幻燈單片
  - 35mm彩色單片
  - 色彩繪畫之玻璃單片
- 黑白幻燈單片
  - 35mm黑白單片
  - 墨汁繪畫之玻璃單片

2. 幻燈捲片之種類

幻燈捲片亦依其色彩分爲彩色幻燈捲片 (Color filmstrip)和黑白幻燈捲片(Black and white filmstrip) ，而又視片子之大小，再分爲双幅 (Double frame) 捲片和單幅(Single frame) 捲片，卽如下表所示：

幻燈捲片
- 彩色幻燈捲片
  - 單幅彩色幻燈捲片
  - 双幅彩色幻燈捲片
- 黑白幻燈捲片
  - 單幅黑白幻燈捲片
  - 双幅黑白幻燈捲片

所謂單幅係指17×24mm，其大小相當於35mm電影片之一片，而双幅係指 24×36mm，其大小相當於35mm 軟片之一片，故單幅爲双幅之一半大。又從構成捲片之各片之排法來說，單幅者由上而下，而双幅者卽由左而右，其關係如下圖示之。

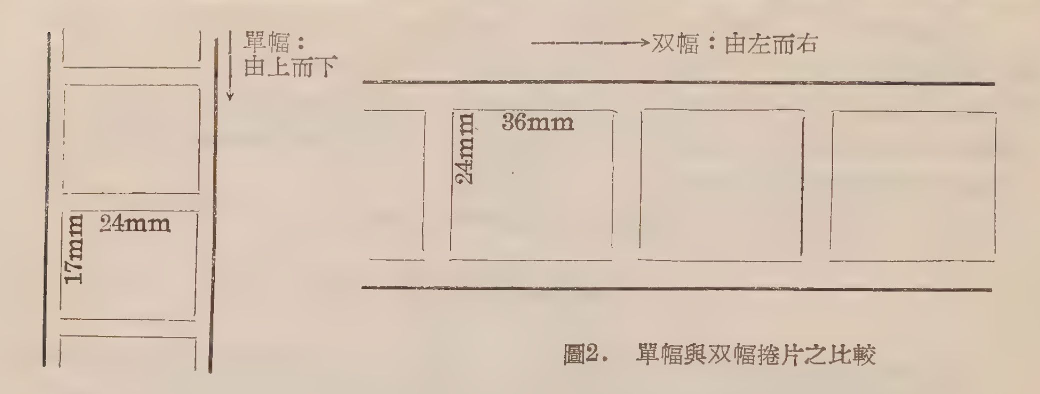


圖2.　單幅與双幅捲片之比較

三、幻燈捲片之製作法

幻燈片之製作，不如拍製電影之複雜及困難，可以較小之成本及應用最普通之攝影知識，用任何照相機，可隨時隨地自製。其成果各異，皆能引起許多人之自製興趣。單片與捲片之製法略同，凡是精於捲片之製作，亦皆可製作單片。爲避免重複記述，於本文僅述及捲片之製作法，同理亦可類推單片之製作法。

幻燈捲片之製法有三：

（1）使用反轉用軟片（Reversal fim）之法。

（2）先製作35mm陰畫（Negative）之後再印製陽畫（Positive）之法。

（3）將35mm陰畫放大爲一定大小後，以35mm相機複照而得底片（此底片稱爲 Master negative），然後將底片印製爲陽畫之法。

彩色、黑白兩種捲片均可用上記三法製作。惟彩色捲片或單片，因製作費較高不宜用第二及第三法製作，即第一法最適於彩色片之製作。第一法以反轉用軟片攝影。6 × 6 mm 單片之製作用120彩色片或120黑白片，以双鏡映像型相機（Reflex camera）如Rolleiflex或 Rolleicord攝影。2″× 2″單片或捲片即用135彩色片或黑白片，以35mm相機（35mm Camera）如Leica或Asahipentax 攝影。攝影後將軟片寄該軟片之製作公司或其營業商行，約經一星期左右，該公司即將處理好之美麗幻燈片寄回攝影者。攝影者拍照之軟片經過二次顯影處理之後，始變成幻燈片，故若攝影者之技術高明，所得之幻燈片必定非常滿意，爲第二及第三法遠不及者。若攝影技術欠佳者，則所得結果亦不爲理想。加之，此法最大之缺點爲不留陰畫（Negative）。攝影技術之良窳，可由熟練之經驗而得，但加印一事却完全相反。若製作後認爲需要增加片數時可就正片（Positive）再作陰畫，然後方可印製之，所需經費必隨之加倍。同一捲片或單片須同時製作兩捲或兩張以上者，不宜採用第一法。第一法之缺點，似可以第二法補救，因爲首先攝影而製成爲陰畫後，就此陰片印製爲陽畫，故同時可將同一片任意製作若干數量。但攝影仍需高明之技術。所得幻燈片雖比第一法者稍差，亦相當美觀，黑白電影即以此法製作。第三法所得之結果較第一及第二法者差，但其優點較其缺點爲多。

玆列擧此法之簡單製作之程序：

（1）攝影
（2）冲洗而得陰畫
（3）放大爲一定大小之照片
（4）添製說明及字幕於其上
（5）複照
（6）冲洗而得可供印製正片之陰畫（即Master negative）
（7）印製此陰畫則得正片——幻燈片

如第一及第二法，此法雖仍須要高明的攝影技術，但可任意印製所需數量，其優點與第二法略同。但本法之最大優點却在上述第三及第四兩項之處理。

第三項處理之優點：

（1）攝影時之曝光不足或過强，可由加施放大技術而調節之。

（2）陰畫中之細小部分可任意放大。

（3）陰畫中之任何部分均可放大，故放大時可蓋蔽不重要部分而僅放大主要部分，如此可强調主要部分。

（4）對於表現主要目的物有阻害之部分，以上述之法剪掉外亦可使之完全變成黑成白，使其不妨害主要目的之充分表現。

（5）陰畫放大後如認爲無價值或不適當者，可以除去該片或重新拍照，以免製成之捲片尙有不如理想者之存在。

第四項處理之優點：

（1）於放大照片上可加說明文字或記號。

（2）若放大照片尙留有不易令學生理解之部分，可將該部剪除之。

上述第三及第四兩項處理之優點，完全不能見於第一及第二兩法。由此可證明，非有熟練之攝影技術，不宜採用第一及第二法製作幻燈片，其結果之不如理想，自可推而知之。但在彩色片之製作則不同，此時需有準備，用心之操作及應用所有之攝影技術，而採用第一法爲方便。第三法雖然複雜及成本高，但筆者仍認爲係製作幻燈片之最理想方法，故敢冒然爲文推薦。

四、幻燈捲片之製作及程序

1. 確立正確周密之製作計劃

攝製一張照片，有時需經過長時間始能完成，攝影家必亦有同感。是故一連串數十張之攝影，非有充分週詳之計劃不可，而計劃之正確與否乃爲成功之關鍵。茲列舉幾項正確詳細計劃步驟於下：

A. 決定製作宗旨：　講解說明用或營利專業用。前者在經費困難之學校可儘量節省製作成本，但在後者卽不然，應考慮需要數、利率、美觀、………等等。

B. 應用於教學之對象：

（1）觀衆之年齡——兒童、少年、或成人。

（2）觀衆之教育程度——文盲、小學、初農、高農、或大學。

（3）觀衆原有之經驗——其種類，數量及程度。

捲片之內容及說明應適於觀衆之吸收及消化，不宜過抽象或過平凡以致引不起學者之興趣。

C. 捲片型式之決定：捲片通常可分幽默型、實際型、教導型或綜合型、視捲片之內容及觀衆之種類而決定之。

D. 捲片內容之決定：決定捲片之內容，片數及說明等均需站在客觀立場，審愼製作方可。計有

（1）決定捲片題目。

（2）決定捲片整個內容。

（3）決定各片內容而使各片僅含有一個主要觀念。

（4）決定片數。

（5）決定各片之排列程序。

E. 計劃擬照之鏡頭：

（1）各片內容設計爲擬照鏡頭：將其草圖畫在一連串之卡片上，使每一卡片代表幻燈捲片之一張。

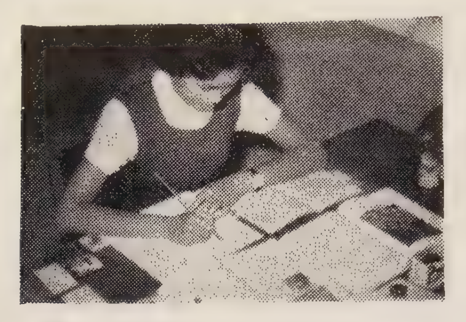
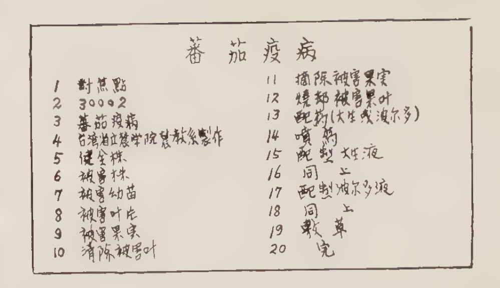


圖3.決定題目後繕寫內容



蕃茄疫病

1 對焦點
2 30002
3 蕃茄疫病
4 台湾省立農学院農教系製作
5 健全株
6 被害株
7 被害幼苗
8 被害叶片
9 被害果実
10 清除被害叶
11 摘除被害果実
12 燒却被害果叶
13 配药(大生或波尔多)
14 噴药
15 配製大生液
16 同上
17 配製波尔多液
18 同上
19 敷草
20 完

圖4.片數決定後，照程序排列並列出各片之攝影內容

2. 攝　　影

A. 攝影器材之準備：

（1）相機（Camera）：於第三製作法中任何種類及型式之相機皆可使用（但較實用者以35-mm相機及双鏡映像型相機），若採第一及第二製作法需用35-mm相機以便攝影反轉用軟片，尤以單鏡映像型35-mm相機（35-mm Singleflex camera）最適用。

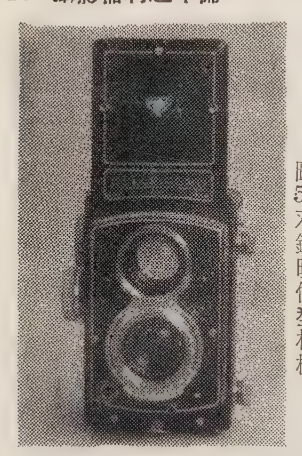


圖5.双鏡映像型相機

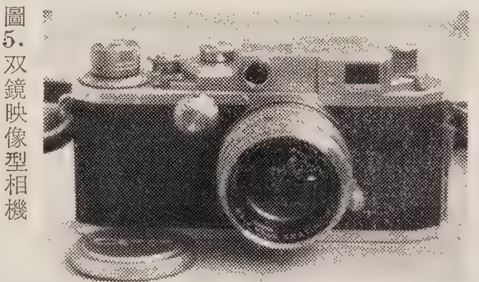


圖6.普通35-mm相機

（2）鏡頭（Lens）：一般相機之最近攝影距離約為3英尺而在單鏡映像型35-mm相機即約為1.5～2英尺。當製作農業照片或需拍細小之物體，雖於最短距離拍攝，尚不能將目的物較大攝取於軟片上。故尚需將接近攝影裝置（Close-up attachment）懸在鏡頭上或在鏡頭和機體之中間，以攝成較大影像。遠方之物體不能以標準鏡頭（指原裝在機體者）拍大，此時宜換以長焦點鏡頭或望遠鏡頭始可達到目的。故鏡頭宜選擇活動可予更換者為宜。次於標準鏡頭較常用者為35mm廣角鏡，其次為135mm望遠鏡頭。鏡頭之解像力須優良。為製作鮮明無污點模糊之理想照片，必須要使用解像力優良之鏡頭。

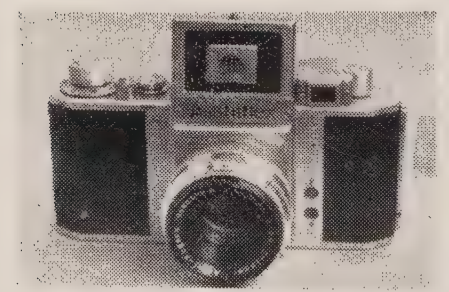


圖7 單鏡映像型35-mm相機

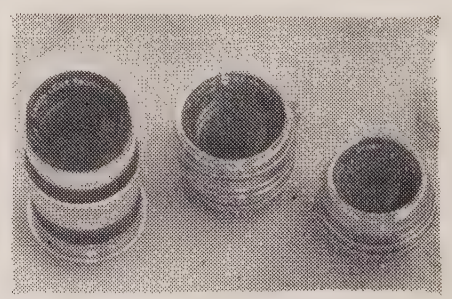


圖8. 較常用35-mm相機鏡頭　左：長點焦100mm；中：標準50mm；右：廣角35m

（3）接近攝影裝置（Close-up attachment）：農業照片之攝影常用接近攝影裝置。此種裝置有套於鏡頭上者（如Auto-up,Proxar, Rolleinar anp Rolleipar, 等）與裝於鏡頭和機體之中間者（如Extension tube，）依相機種類而不同。應準備能適合於相機之接近攝影裝置。

（4）濾色鏡（Filter）：彩色片與黑白片所用的濾色鏡，除旋光濾色鏡（如Polar screen)與Skylight濾色鏡（吸收紫外線及散光)可共用外餘皆不同。黑白農業照片之製作較常用者爲淺黃、中黃、綠、藍、紅等色鏡。通常之被照體以黑白片照時均呈爲黑、白及其中間色。若被照體包含黑、紅、藍、綠等色，在照片上雖有濃度之差，但皆爲黑色系統之色，因而不易鑑別，故須有濾色鏡以便區別彩色。如欲將綠色體與黑、紅、藍等色物體區別，使用綠色鏡時，則綠色體在照片上呈爲較白而其他色體呈爲較黑。其餘顏色之濾色鏡亦可如是使用。因濾色鏡吸收一部分光線，使用時曝光量要增加，其增加之倍數稱爲該濾色鏡之曝光倍數。彩色片之濾色鏡有藍色型及紅色型，但其色彩與用於黑白片者不同。此種濾色鏡於市面上但不常見。樹蔭等陰影部分爲被照體時應裝用Skylight濾色鏡，唯此鏡不必增加曝光倍數。對有反射光之被照體，持Polar screen一面向左或右旋轉，看到反射光全失或最少時，以其角度將旋光鏡掛在鏡頭上面攝影，曝光倍數約爲3～4倍。如此可防止反射光之照進軟片上。

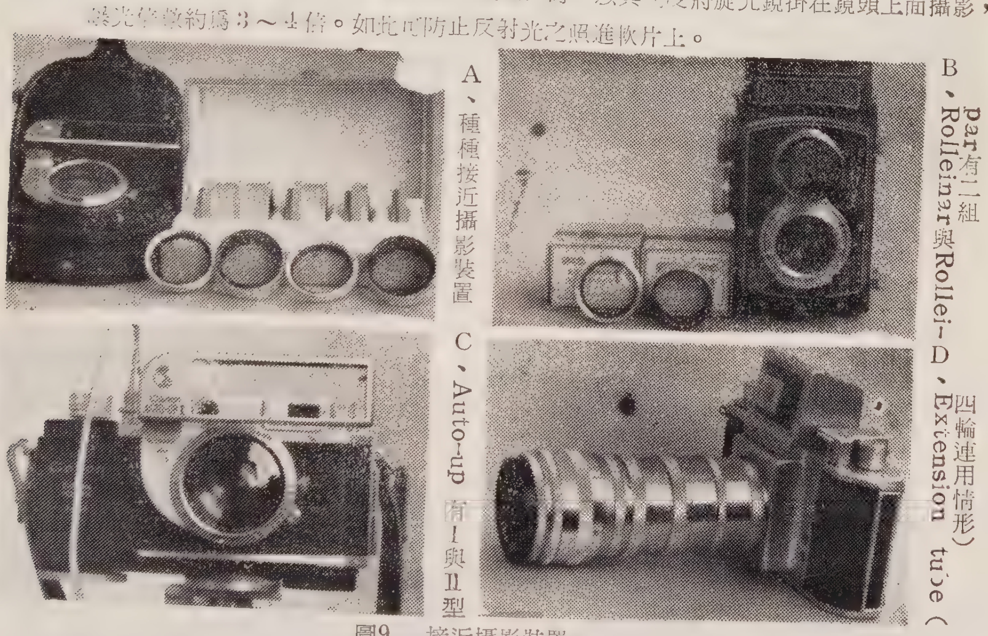
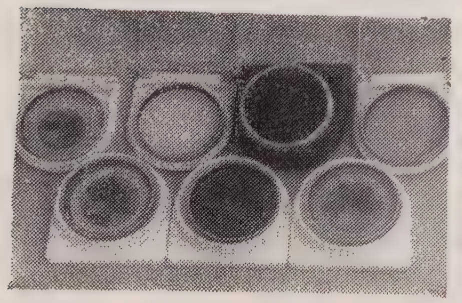
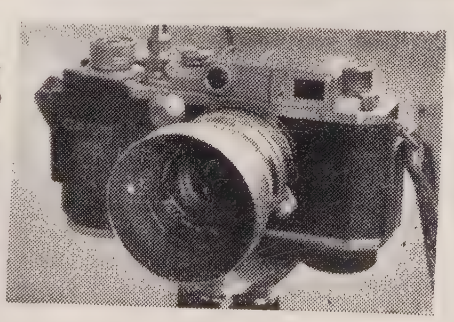

A、種種接近攝影裝置
B、Rolleinar與Rolleipar有二組
C、Auto-up有I與II型
D、Extension tube（四輪連用情形）

圖9.　接近攝影裝置

（5）遮光帽（Lens hood）：爲防有害光線射入鏡頭內，以遮光帽掛上鏡頭而攝影，爲拍製理想照片之必備要件。因遮光帽之深度有限，預先查看能否完全遮除有害光線後方可使用。


圖10、種種濾色鏡


圖11、遮光帽

(6) 三脚架 (Tripod)：無論用快速或慢速拍照，攝影時宜用三脚架以固定相機免有搖動。尤其於慢速攝影時三脚架更不可或缺。且農業有季節性，若一次不愼失敗，則須待半年或一年後始有攝影機會，故三脚架須選擇牢固者，以防萬一。

(7) 快線 (Cable release)：攝影時相機固定於三脚上，若操作不小心而動作太粗放時亦難免有微動。快線即掛在快門鈕 (Shutter button) 上，由鐵絲之伸長按下快門鈕而防止任何人爲之微動。其另一作用爲防止拍進攝影者投在地上之資影。快線宜選擇長者，其長度約1英尺爲理想。

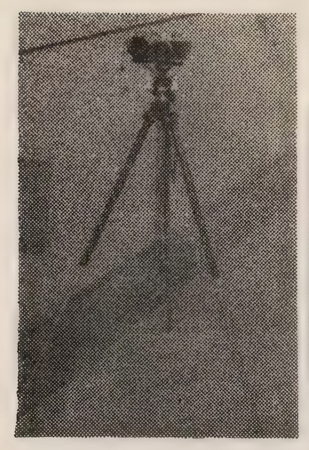


圖12. 三脚架

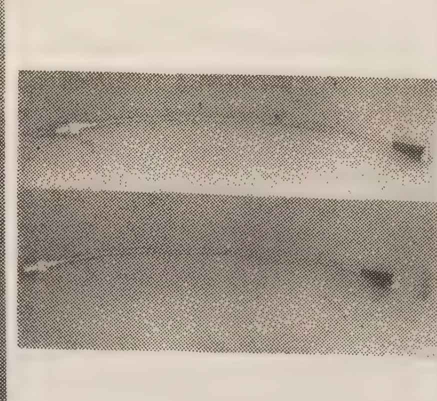




圖13. 快線
左上：使用前
左下：使用時鐵絲伸長情形
右：相機掛上快線之情形

(8) 曝光表 (Exposure meter)：技術優良且熟於攝影者，可不必用曝光表。爲求安全及拍得理想計，一般攝影者均用曝光表以決定正確之曝光。尤其在拍攝彩色片時曝光表是不可缺少。

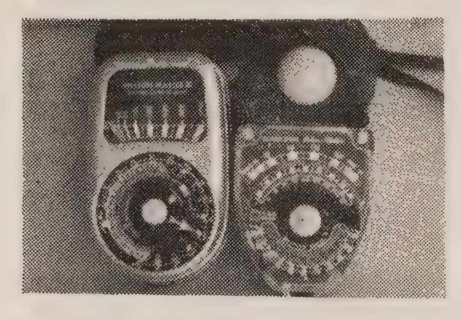


圖14. 二種曝光表
左：反射式 右：入射式

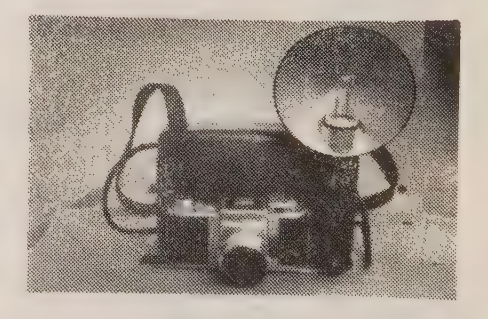


圖15. 閃光燈之一種

(9) 閃光燈 (Flash)：被照體暗淡時，閃光燈可發揮其最大之效果，但使用欠妥時反而減少攝影效果，造成不良之後果。故使用之先宜詳細硏究閃光燈之性能。一般用閃光燈拍攝之照片，是少有立體觀而呈平面化。筆者曾在暗處拍照靜物時用三脚架及快線，以最小光圈於十幾秒之時間，拍得非常理想之照片，如此可避免相片之平面化。

(10) 反光板 (Reflector)：整個被照體之側方光線强烈而另一側方之光線暗淡，或被照體一面明亮一面陰暗時，可用銀色或白色的反光板將光線反射至較暗淡或陰暗處，使增加光量。如此可拍照較良好之照片。

(11) 軟片 (Film)：攝影用軟片大致分爲彩色和黑白軟片兩種：

(i) 彩色軟片 (Colorfilm)可分爲兩種。一爲彩色陰畫片如Kodacolor和Agfacolor，一爲彩色反轉軟片如Kodachrome, Kodak Ektachrome和Anscochrome等。後者有內式與外式之別。內式彩色反轉片可由攝影者自行冲洗，如 Kodak Ektachrome與Oriental Colorfilm類屬之。外式者有 Kodachrome, Anscochrome, Fuji Colorfilm, Sakura Colorfilm等等，攝影後須由製作公司冲洗。在臺灣最常用者爲 Kodak Ektachrome (內式)，故攝影者亦可自行冲洗。一般彩色片35mm者居多。

(ii) 黑白軟片(Black and white film)在臺灣常用者有Kodak Plus-X與Tri-X, Konipan USSS和USS, Neopan SSS和SS類……等等之全整色性陰片，而有135軟片與 120 軟片之別。黑白反轉軟片在市面上咸屬罕見。陽畫軟片 (Positive film) 亦很少，但爲黑白幻燈捲片及電影片製作上所不可缺者，其感光度約爲 ASA 5 ~20度，如Kodak Fine Grain Positive Film類屬之。(八)

B. 被照器材之準備：

耕耘機具，播種用具、種子、肥料、農藥調製用具、農藥、家畜禽餵飼用具、飼料、家畜禽用藥、農產加工用具及材料，……等農業攝影上有關之器材；補充說明用之標箋，紙張筆墨等等，視攝影內容及農業季節之需要作適當準備以利攝影。尤其於遠道或偏僻荒地，交通不便之地方，若因準備欠週，失去良機則需等待次年，方可再行攝製。

C. 攝影及其方法：

攝影器材及被照體器材準備妥善後即開始攝影。茲就攝影方法，注意事項，器材用法等詳述於下：

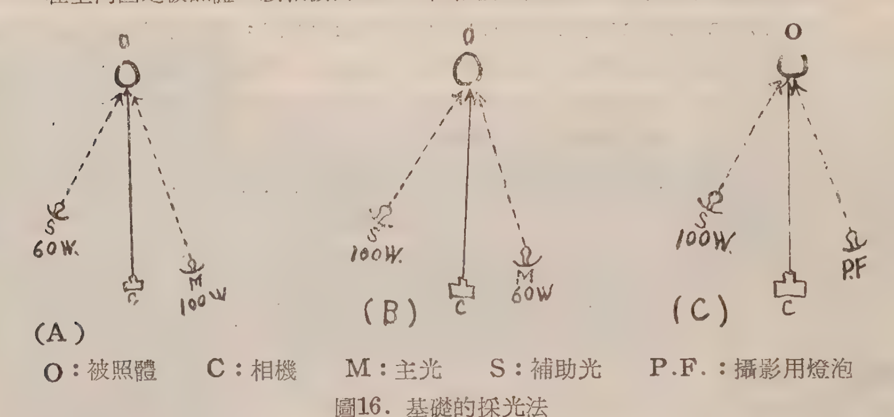
(1) 軟片：一般農業學校教員因非皆是攝影專家，故宜使用同一廠商之軟片攝影，不宜將數種混用以免攝得良莠不齊之照片。基於此因筆者專用美國柯達公司之Kodak Plus-X Fine Grain Negative Film。Tri-X片雖感光度大，但如冲洗不得當，放大照片之粒子非常大。筆者專用 Plus-X 片，目的在於求得粒子微細之照片。但柯達之軟片稍貴於日貨，故讀者可用日本富士牌之S片、SS片、或櫻花牌之S或SS片攝影。

(2) 光圈與攝影速度：一般農業照片之攝影與人像，藝術片或風景片等的不同，須將目的物之環境條件拍攝清晰。換言之，所攝得照片須處處皆均勻鮮明。因此光圈宜用小而速度亦宜採用慢速度。若在較暗淡處攝影，宜用三脚架及快線以小光圈 (如f/11或f/16) 及慢速度 (如1秒、2秒甚至十幾秒) 攝影。以此方法攝影所得之結果絕不遜於使用閃光燈拍照者。

(3) 曝光表：攝影前先以曝光表測量入射或反射之光線而覓得應用之時間和光圈後調整攝影機。曝光表雖較正確，但使用時却不得不注意下列一點，以便計測自身攝影技術進步之程度。即每次使用曝光表之前，先在心裡預測認爲理想可用之光圈和時間數，然後始用曝光表量測。若測定所得讀數與預測數相差無幾，則可謂技術已够水準，否則應不斷研究其錯誤之原因，以求進步。因此每次拍攝時，雖帶有曝光表可量測，但切不可忘記用筆記寫下當時之氣候情況，攝影時間，光圈及速度，濾色鏡 (如有使用，其種類及曝光倍數)，補助光線或閃光燈，攝影距離，及其他接近攝影設備等，逐漸養成攝影之技術及心理上之把握。尤以彩色片之攝影，曝光表是不可或缺者，加之，攝影者持有熟練

技術與信心，精益求精，其結果必臻於理想。

(4) 閃光燈及補助燈：農業相片之攝影需用閃光燈或補助燈之場合大致有二。第一在較暗的室內拍照時，第二在天氣陰暗或黃昏時。惟使用閃光燈如無優良之技術，所得的結果必定黑影頗多且照片失去立體感，不如理想。反之，如精於技術及方法則所拍照片必臻理想且優秀。一般閃光燈價格高貴，因此不能為農校普遍購置使用。可由下記方法練習拍照而得良好的採光攝影技術，此方法亦可做為將來使用閃光燈拍照時之技術的基礎。在室內固定被照體，以相機對正之。在相機右側設主光一個而在左側設補助光一個，高



O：被照體　　C：相機　　M：主光　　S：補助光　　P.F.：攝影用燈泡

圖16. 基礎的採光法

度約為 1 公尺左右。主光用 100 燭光燈泡，補助燈用60燭光燈泡，攝影速度固定為$^1/_8$秒或$^1/_{15}$秒，而光圈用該相機之最大者。如下表所示之光線狀態（圖A） 試攝。攝影後把

攝影條件	I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	IX
∠MOC，(度)	15	15	15	30	30	30	45	45	45
∠SOC，(度)	30	45	60	30	45	60	30	45	60

主光和補助光之燈泡互換（圖B），再就上表之條件攝影。上表之攝影條件僅為一例，讀者可同樣作出許多試驗以選出最好之採光條件。攝影後經沖洗及放大，則可得最好最理想之採光條件。其後於實際攝影時主光採用攝影用燈泡而補助光用 100 燭光燈泡（如圖C），以曝光表決定將用之光圈和攝影速度。如此所攝之照片亦不亞於自然光攝得者。惟此法僅限於靜物之攝影。室內動物（如家禽）之攝影應使用閃光燈。因為閃光燈可同調於快速度（一般為$\frac{1}{100}$秒）而發光，故適於動物或輕快動作之攝影。但此種採光之方法亦應基於上述之試驗結果而行。

(5) 反光板：太陽光線過强時，於被照體之不受光線之一邊發生黑影。若無適當之明暗比率，則黑暗之一邊在照片上不但黑而且模糊不清。為解決此種攝影上之弊端，於黑暗之一側竪立反光板，使光線反射到黑暗部分，以補救光線之不足（如圖17）

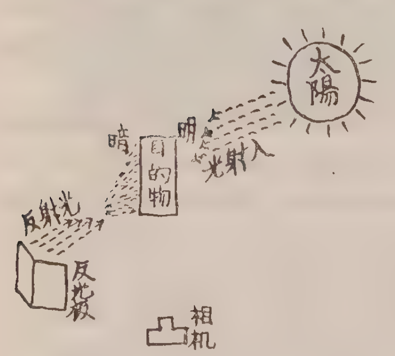
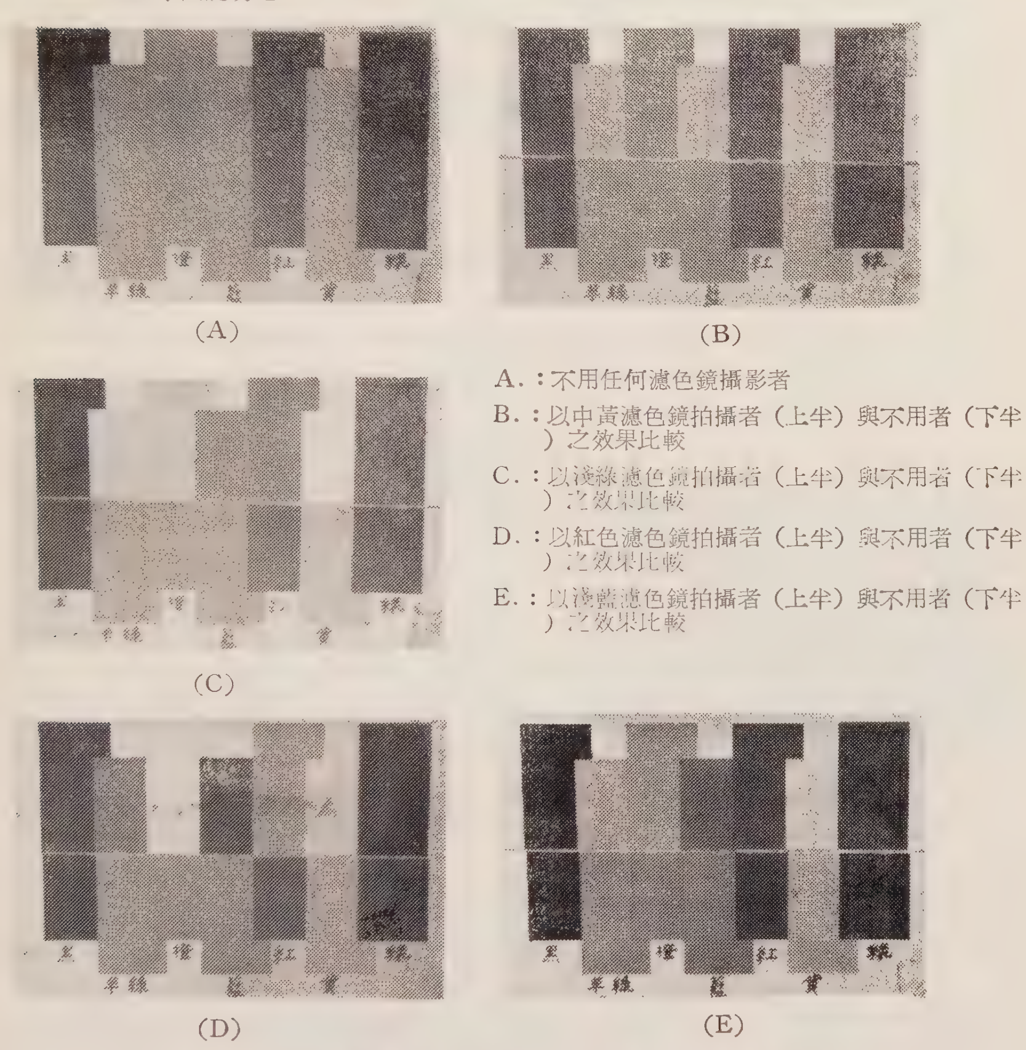


圖17. 反光板之使用

（6）濾色鏡：在攝製農業照片，使用濾色鏡選擇之效果甚大。攝影對象含有若干色彩即黑、白、紅、橙、黃、綠、藍……等等，而各色之濃薄及深淺亦不一致。此等色彩在彩色片可再表現爲接近原色，但在黑白片僅呈顯黑白及其各種中間色，而不易區別。故在黑白攝影時必須使用濾色鏡。在何種情況下使用何種色彩之濾色鏡及其使用效果如何，可參照下圖說明之。



(A)　(B)　(C)　(D)　(E)

A.：不用任何濾色鏡攝影者

B.：以中黃濾色鏡拍攝者（上半）與不用者（下半）之效果比較

C.：以淺綠濾色鏡拍攝者（上半）與不用者（下半）之效果比較

D.：以紅色濾色鏡拍攝者（上半）與不用者（下半）之效果比較

E.：以淺藍濾色鏡拍攝者（上半）與不用者（下半）之效果比較

圖18．以粉蠟筆所畫之七種不同色紙之濾色鏡攝影效果

由上圖可知綠色濾色鏡用於黑地上之綠物（如綠葉），紅土上之綠葉、藍色花旁之綠葉，樹蔭下之物等等之明鮮表現；紅色濾色鏡用於攝影黑地上之紅色物（如黑地上之紅土），綠葉上之紅花及紅病斑，家禽之紅黑兩色羽毛之明顯分別，日景之攝爲如夜景，……等等；藍色濾色鏡即用於藍色體須要與黑、紅、綠等色體分別時；而黃色鏡爲特別須要加强白色及黃色體時使用之。

（7）被照體之背景：被照體之背景力求簡化，如照一張"甘藍收穫前"照片，背景內不得有脚踏車，稻藁堆或晒衣等雜物進入，致失去其教育價值。又如攝影"蕃茄幼苗之生育情形"畦上之雜草應於攝影前預先除去。在室內拍照時亦應注意背景之清潔。如工廠或

普通家庭之牆壁，常發現高低不平，五顏六色，殘留之圖畫及兒童塗寫之文字等均有損於所攝之影片。故在室內拍照時宜選擇清潔之牆壁或吊一幅清潔無縐紋之布（或厚紙）做爲背景均可。

(8) 攝影程序與被照體之準備：各農作物有其特有之生育期間而各果樹及樹木亦具有特有之期間開花結實。此種條件或環境影響及農產物之加工時期，農藥之噴佈時期，果樹嫁接時期，施肥技術及時期……等等。故不在此特殊適當期間內，亦無法攝得該作物之栽培法或該作物害虫之生活史，……等等。於臺灣中南部，適於農業攝影之期間爲九月至翌年五月，因在此期間栽培之種類多，第二期水稻收穫前糊仔栽培亦開始，加之雨水少之故。幻燈捲片之攝影，最理想者能如計劃程序完成，但實際上均不可能。農作物之生育期間長短不齊，是故農產加工之鏡頭亦難照計劃進行。此種攝影準備所費之時間較長，爲節省時間計可由兩人以上準備被照體。如上所述，農業的被照體不能按計劃程序順利攝製，因此攝影者爲節省時間及使準備者有充分時間去準備與按排被照體起見，應如下進行準備工作：

(i) 同時開始二、三種捲片之攝影——如"甘藍之栽培"，"四季豆之栽培"，"蘿蔔之栽培"等等性質相似之捲片。

(ii) 同一性質之拍照同時進行——如上述三種作物之"犁地"，"碎土"，"作畦"，"播種等按所作之計劃內容，僱農夫表演以便當天完成攝影。

(iii) 經常巡視農場及農村以便機遇攝拍有益於教學之照片——如常巡視農場及農村而遇到栽培上述三種作物，值得介紹予學生之鏡頭時，立即攝影以爲將來該種所需捲片之補充用。

(iv) 易於準備者先攝拍。

(v) 時常注意被照體之發育或生育情形而不可失去攝影之適當機會。

(vi) 攝影者親自準備被照體或監督此種工作。

(vii) 攝影後之被照體暫時保持原狀，以便必要時之重攝。

(9) 爲節省製作經費上之諸種處置：筆者依據經驗，舉出下列數種處置法可節省製作上之經費：

(i) 無色透明之藥液或溶液，可以水代之，但標箋或標紙仍用原封者。

(ii) 白色粉質藥物可以生石灰代替之。

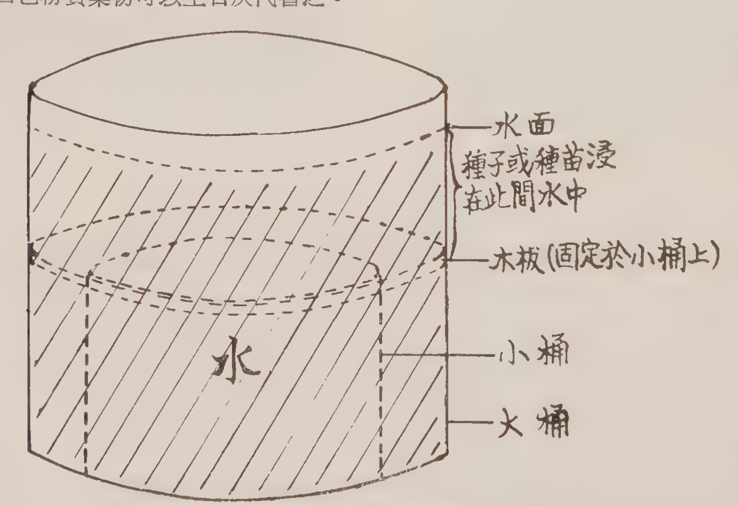


圖19. 種子或種苗消毒之攝影時之準備手段

(iii) 微小種子（如菸草種子）普通混入砂內播種，故可以由砂代表此混合物。

(iv) 一大堆肥料，可於大堆土上滿蓋其肥料（其實少量則可）示之。

(v) 大量種子或種苗之藥液消毒可以如上圖方法，以少量種子或種苗示之。

(vi) 被照體微小時宜用接近攝影，以照大而佔滿軟片上之空白部分。

(vii) 標本之利用：如拍照"農園鼠害之防止"可用捕製之鼠標本二、三隻放在殺鼠餌容器周圍，以示鼠吃殺鼠餌。

(viii) 儘量利用附近農業機關之設備：如利用麻製品加工廠拍攝大量黃麻皮之浸漬法。

(ix) 經常訪問模範農民之農場而拍照，以爲急需或補充之用。

(x) 經常攝影以作將來製作上之準備。

(xi) 攝影時使用三脚架及快線以防止拍攝時相機微動以致失敗，不但浪費時間且消耗軟片。

(xii) 熟練放大技術以免浪費放大經費（攝影者自行放大時可節省約市價一半之經費）。

(10) 其他攝影上應注意之事項：

(i) 三脚架要固定於地上而不可使之於强風時有所微動。

(ii) 攝影時注意不得將自身（攝影者）之黑影攝入。

(iii) 常要考慮攝影角度以增相片之眞實性。

(iv) 背太陽攝影以防止鏡頭遭受强烈光線射入。

(v) 站在風頭攝影（尤其是在拍攝藥粉或藥液噴佈）。

(vi) 下雨時立即停止攝影以防雨水滴沾鏡頭。

(vii) 多拍照以免錯過攝影之適當時期。

(iiiv) 勿忘塡寫攝影記錄。

(ix) 常帶柔軟刷子或布以便擦拭沾着於鏡頭上之砂塵（切忌過多擦拭）。



圖20. 鏡頭擦拭用紙，油及刷子

(x) 一捲軟片拍照完畢時卽行冲洗，印相而檢查。如其中有失眞時立時重拍，以免錯過適當時期與季節。

D. 冲　洗

一捲軟片拍攝完畢，應從速冲洗。軟片裝入相機後，最好在一星期內拍完。若軟片未拍完時宜放在乾燥箱內以免吸濕，尤其在氣候變幻無常的地方軟片不得藏於相機內達一星期以上。冲洗可分下面四步驟進行：

(1) 顯影：筆者對於柯達之Plus-X片用同牌之 Microdol 顯影藥（超微粒子顯影藥）於68°F (20°C) 冲 7 分鐘，而對於同牌之120片(Kodak Verichrome Pan)卽用同公司之 D-76顯影藥(微粒子顯影藥)於68°F 冲洗12分鐘。每 1 分鐘搖動15秒而在冲洗時間中保持68°F之溫度。溫度之上昇可使顯影中之軟片膜面上之粒子粗大而影響放大後之照片，故顯影中之藥液溫度必須嚴格保持68°F。

(2) 制止顯影：顯影作用完畢，必須迅速將顯影液完全倒出，並洗淨殘存在軟片上之少量顯影液，以停止其顯影作用。此種制止液雖有各製片公司發表其處方（各略爲同樣成分



圖21. 冲　洗　→

），除去用藥液制止顯影外，最簡單爲以流動清水迅速洗脫藥液數次即可，此爲筆者採用之方法。

（3）定影：經制止顯影作用後，其軟片必須浸在定影液中約8～10分鐘，仍於68°F之溫度行之。筆者用**Kodak Acid Fixer**定影軟片，亦必須每1分鐘搖動軟片15秒。

（4）水洗：定影作用完畢後，取出軟片，在流動之清水中洗脫定影液，約需20～40分鐘方可完成洗滌作用。充分水洗完畢後，以海綿夾，夾着軟片之上端向下滑走而除去軟片上之水分，然後吊在無塵埃空氣流通之處乾燥之。乾燥後即得陰片。

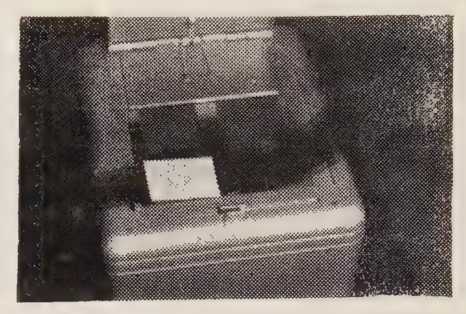


圖22. 印　相

筆者上述之方法曾得到理想之陰片，讀者如欲自行冲洗時，可在學校理化室內實行。但冲洗之軟片過少時則浪費藥液，致冲洗一捲費用高於市價，幾近浪費，不如委託照相館或照相器材行代冲洗較爲便宜。但委託商店冲洗時宜注意其信用與技術，因一般商行均由學徒冲洗，故所委託冲洗之軟片有不如十分理想之虞。

3. 印　　相

將120底片或135底片印製爲相片，筆者均自行爲之。其步驟爲：

曝光（即印相）——顯影——制止顯影——定影——水洗——乾燥。印相之目的爲：

（1）檢查照片以檢討攝影技術而決定是否需要重照。可參照下列三點原則：

a．相面糢糊不清楚……相機震動或距離對準不正確，應重拍照。

b．相面過黑或過白……曝光不適當，應重拍照。

c．目的物之表現不充分……重照，應考慮濾色鏡之使用法、攝影角度、背景、被照體之佈置法等等。

（2）決定應放大之範圍。

（3）繕寫捲片各片說明文之參考。

讀者若欲計劃製作多種幻燈捲片，此種印相工作亦應自行爲之，方可節省製作費用。

4. 放大照片

相片經檢查後即可決定放大之範圍。放大之步驟亦如印相工作一般，即曝光（指放大）——顯影——制止顯影——定影——水洗——乾燥。供於放大之相紙應用金面紙或半金面紙而布面紙或所謂藝術紙不宜用。　其應放大之大小爲：

（1）8吋×12吋……無需加說明於相片外者。

（2）8吋×10吋…需加8吋×2吋之說明者。

即供於複照之大小爲8吋×12吋，其比率爲2比3。因爲135軟片之大小爲24mm×36mm，其比率爲2比3，故採用如上述之大小。若比之過大即太浪費，而比之過小則不易複照。即8吋×12吋爲最適當又經濟。放大照片宜自行爲之。普通以四切大之照片計算，市價約爲25元。如不計工資及失敗（時有洗壞

圖23．放大　→

），則四切大照片成本不過七、八元而已。反之、自行放大可節省三分之二經費。自行放大照片尙有一優點，當放大自拍底片時，可詳細查出其底片之優劣。換言之，可知自身攝影技術之優劣。

乾燥後之照片，如需於照片上添加說明，可以白紙上書寫黑字說明，或黑紙上書寫白字說明，或作白紙（或黑紙）之小箭頭，作爲說明目的物之標示。

5. 字幕及說明片之製作

A. 繕寫說明片：

捲片中除相面內容明瞭部份無需添加說明外，普通均加上說明文以期提高教學效果。加添說明之方法有二：一爲完全加在相片上面，此種相面必須爲8吋×12吋大。次爲以白色另寫在2吋×8吋大之黑色書面紙上而加添於照片之右側。切記，字數不宜過多。因然幻燈捲片教學法爲一種靜畫教學，如使照片表現出內容。說明文字數過多時，學生之注意力易集中於說明文字，反而疏忽相片之內容，因此不能達到相片教學之目的，故說明文字字數宜適當。普通以36字爲限度，36字排爲三行，每行12字。書寫時宜用正楷，數字應統一爲中文或阿拉伯字，如需以英文時亦應統一其書體及方向（普通將用印刷用活字體由上至下繕寫）。又爲增加美觀且使學生易於一目瞭解，大字不宜大小參差不齊，標點符號宜點清。對於固有名詞或固有名稱，宜在其右旁畫線，以免混雜不清。最後切記勿忘於說明片下角，以阿拉伯字注明順序。

B. 字幕之製作法：

幻燈捲片或電影等，頭幾幅鏡頭（影幕）均以字幕以示標題，片號等。一般字幕與捲片之內容間須要保持平衡，卽內容豐富字幕不得太平淡，反之，內容平淡字幕亦不得過於誇張。故字幕須適當配合捲片內容。筆者製作時前四張之捲片順序充爲字幕如下：(1)“對焦點”，(2)捲片號碼，如“60001”，(3)標題如“香蕉栽培法”，(4)製作者，如“臺灣省立農學院農業教育學系製作”。而以最後一片充爲表示“完”之用。此類字幕之製作法有數種如下：

（1）黑底以白字表示法：此法最簡單且效力亦大。用8吋×12吋大之黑色書面紙以白色水彩書寫之。但字之大小及字體宜統一。筆者均以此法製作字幕。一般教師帶幻燈機進入教室時，學生卽發生好奇心和學習興趣。此種好奇心和興趣在學生心裡一直昇華到幻燈片開始放映於銀幕上時。故僅有黑底白字而無相無畫之前四片可刺戟及促進學生之好奇心和興趣達到最高峯。待第五片映出相片，使學生滿懷之好奇心和學習興趣轉移到銀幕上，卽第五片之相片內容，隨之被學生所接受。

（2）使字幕浮在相面上之法：捲片各片之說明文字亦可以此法直接於相面上示之。此時相片大小必須爲8吋×12吋。計有：

（i）字幕直接寫在相片上之法：幻燈捲片所用之相紙均爲光面紙(卽金面紙)，故不易於其上面寫字。但可用脫脂棉含少量之水在相面擬寫字範圍上連續擦拭數次，使相片含有水濕而不得留有水點在上面，然後書寫在其上面。相面黑者用白色色彩，反之卽用黑色色彩。

（ii）利用透明之玻璃紙或璸璐紙之方法：視相面之黑白程度選擇適當之色彩，以少許阿拉伯膠混入其中。用此色彩寫在透明之玻璃紙或璸璐紙上，然後將此透明紙密合於相面上而攝影之。若不密合則字鮮明相片糢糊不清。

6. 相片與說明片一同貼在馬糞紙上

馬糞紙必須要比相片和說明片之總面積大。筆者採用10吋×14吋大之單層馬糞紙。馬糞紙不宜使用二層以上之厚紙。因以漿糊類貼上馬糞紙後不久，相紙與馬糞紙乾燥時之收縮不同，發生

向上彎曲。此種彎曲馬糞紙越厚越不易矯正，故用最薄之馬糞紙以避免上述之弊。

相片粘貼用劑與普通漿糊不同，價格相差幾倍，甚至十幾倍。因此筆者首先採用普通漿糊，發現漿糊不易伸長且使用量多，故再改用自製漿糊。其作法如次：適量之麵粉加上約三分之一量之太白粉（俗稱），加水少量充分攪拌使與水融和，其次加少量之開水，攪拌而注意漿糊之凝固狀態，當凝固適當離爐火後，加上少量硼酸充分攪拌，即得漿糊。

相片貼在馬糞紙上之一定位置，為製作捲片上重要工作之一，否則，複照時發生種種毛病。在複照時，相機，光源及馬糞紙上之照片均有其固定之位置。如馬糞紙上之相片粘貼不妥位置不當，則複照工作因之停頓，或每複照一次調整一次位置，以致浪費時間，徒增麻煩與忙碌。相片貼妥於馬糞紙後，將說明片以玻璃膠紙帶加貼於其右側。其粘貼法如次：先將說明片之字面翻倒，以其右邊沿着相面之右邊線上密切地置於相片上，左手輕壓說明片使其不致移動。然後以右手取已剪妥之玻璃膠紙帶貼在說明片背和馬糞紙上，壓緊之使其密合。粘貼玻璃膠紙帶之位置為上、中、下平均3～5位。然後將說明片翻正過來，再於相片相接之邊緣緊壓，使其說明片與相片之間無空隙存在。

7. 複　　照

A. 用　　具： 35-mm單鏡映像型相機　堅牢之三脚架　快線　曝光表　攝影用燈泡兩個　電燈架二支　馬糞紙固定架。

B. 攝影用軟片： 筆者即選用柯達之135Plus-X片。

C. 攝影準備：

(1) 取一張相片板（係指相片和說明片之貼在馬糞紙上者）夾在固定架中。

(2) 相機裝上軟片後固定於三脚架上，保持平坦垂直於地上。相機之高度視各人之身長，以適於操作為宜。

(3) 三脚架固定在相面前約二呎處，使相機鏡頭對正相面（指8吋×12吋而言）之中心。

(4) 一面對準距離，一面調節三脚架位置至8吋×12吋之相面佔35mm軟片一片之全面為止。

(5) 攝影燈泡(筆者用No. 2 Photoflood) 掛在燈架上，豎於相機斜前面左右各配一支，使之與相面中心呈為45度。燈泡需與相機之鏡頭同高。電線宜插在變壓器上以固定電壓而防止攝影中之電壓變化與曝光條件不一。

(6) 立棒狀物（如長的鉛筆）豎於相面中心成垂直，先開右燈視棒狀物在左邊之投影長度後關燈，再開左燈視在右邊之長度而比較兩影之長度。其次同時開左右燈，視其發生之影及黑度。如黑度呈淺薄幾乎不見且兩個影之長度亦消失，則表示兩燈之位置平衡適當

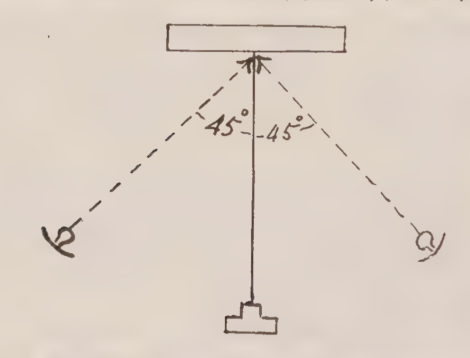


圖24. 相機，燈泡，相面等之位置的關係



圖25. 檢查相面各部分所受之光量，並決定採用之光圈和速度

，對相面之角度皆45°，相面所受之光量，因之應均勻盡一，而光線之反射作用亦隨之消失。

(7) 以曝光表測量相面各部所感光之光量，如全面均勻，方可定奪光圈及攝影速度。否則，重行上述(6)及(7)兩項操作，調節光源之位置及高度。

(8) 設定光圈及攝影速度：被照體爲靜物且有三脚架及快線之幫助，宜用最小光圈以求捲片明鮮之最高度。因此攝影速度宜用較慢者。筆者普通用f/16於$\frac{1}{25}$秒攝影之。

(9) 相片板和字幕按次序編排。

D. **攝　影**：準備完成即可開始攝影。攝影第一片之前，先不曝光地（即鏡頭完全蓋覆或在暗室裡）將軟片空拍照6張，後開始照第一片。按照程序逐張利用快線按快門鈕而拍照。拍照完畢亦將軟片不曝光地空拍照6張。攝影中應注意事項如下：

(1) 每次換相片而拍照時，必須檢查距離是否正確，如不正確重新調整對準之。對準距離時注意手指不可碰上鏡頭。



圖26. 複　照

(2) 操作中，如不謹愼將任何一器件搖動（如脚或手絆動三脚架）使其變位置時，應重新實行第(C)項之工作。

(3) 相片順序不得顚倒。

(4) 常注意變壓器所指電壓是否原位，如有變化時，必須重行曝光表之測光操作。

(5) 每次拍照完畢捲送軟片時，應注意位於相機左上面之退片軸有否隨之反轉，否則軟片不轉動，即軟片裝入相機不妥當或軟片上下之孔（稱之爲Perforation）損壞，以致不轉動。請讀者於任何攝影時，應注意及此，以防空照或連拍數次之愚。

(6) 經常注意相機之物理性：如下快門之聲音，送片時之聲音等是否異常，如此經常注意，可得早發現攝影上之故障。

E. **冲　　洗**：冲洗法與前述(2之D)之方法相同，惟顯影藥宜用柯達之D-76，以得較硬調之陰片，如斯所得之陰片，可供任意印製陽畫之數量，故稱之謂Master negative。

8. 印製陽片

陰片(Master negative)製作完畢即可供於印製陽片。在市面上陽片一張(指單片一張或捲片中之一張）之印製費約爲5元而少量之印製易遭拒絕，故可知其印製之不易。但在幾所電影製片廠，卽代教育機關及私人印製陽片。其印製費非常便宜，如臺灣省電影製片廠，印製一英尺（35mm片8張）之陽片，對教育機關委託印製收費，僅收二元六角（包括片費，藥品費，工資等一切費用）。私人委託者略貴，但亦不超過三元。筆者曾攝製四十餘種捲片，均託臺灣電影製片廠代印，其成績甚佳。

印製機有大型與小型之分。大型者屬於電影製片廠，即利用電影片之印製機印製。小型者屬於少量之印製用，如西德Leitz製的Slide copier，日貨之Self-slide皆屬小型之印製機。此種小型之印製機市價一千元以上，但在市面上尙屬罕見，甚難購得。讀者如欲自印，可參考鹿野氏之考案（同氏著，寫眞スライドの作り方，108～112頁）而自作印製用器。玆就小型印製法簡述之。

A. **印製用器材**：印製機　已製成之底片　冲洗用具　印製用軟片(筆者用柯達之Fine Grain

Positive Film，日本富士公司及小西六公司有製售同類軟片)

B. **印製**：印製用軟片之感光度約爲ASA 6度左右，幾乎對紅光不感光，故可在紅光之下操作，但必須遠離紅光燈4呎以上。紅光燈宜用15燭光以下者。

(1) 試印：將底片之模面和被印軟片之模面，相互壓在一齊，就同一底片以數種曝光時間印製之。冲洗後選擇其中最佳者爲標準，而後以該片之時間爲曝光時間。

(2) 曝光：如上述之方法行之。

(3) 冲洗：

a. 顯影：顯影時間約5分左右，其正確時間亦須經數次之試驗方可定奪。顯影藥劑用柯達之Dektol或D-72 (均原液1加水2成全量3)或Versatol(原液1水3)。顯影溫度爲68°F，如需冲製更硬調，可用柯達之 D-11 ，於同溫度顯影7分鐘。

b. 制止顯影：在流動水內搖洗 (不斷攪動) 30秒鐘。

c. 定影：以Kodak Acid Fixer或其他定影液，於65～70°F定爲5～10分鐘。定影中需搖動軟片，以便藥液均勻作用於軟片。

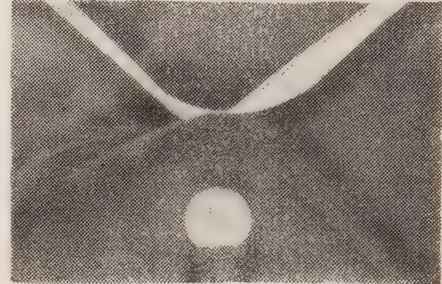


圖27. 印製陽片

d. 水洗：定影後之片子放在流動的清水裡，約20～30分鐘以洗滌殘存之定影液。

e. 乾燥：水洗完畢，以海棉拭去片上之水分後吊在清淨通風處凉乾。乾燥後所得之片爲陽片，即是幻燈捲片。

如上所述，經過周密之計劃及準備、攝影、放大、撰寫說明，複照及冲洗而得第三法之幻燈捲片。此法確比第一及第二兩法複雜煩忙，且成本高，但其在教學上之效率却以此爲首。精於第三法之製作者，亦可以第二法製作幻燈捲片。即從第三製作法之程序中除去印相，放大，撰寫說明及字幕之製作，複照等等項目則可得第二製作法，勿庸贅述。

五、以反轉用軟片製作之法

雖不能同時製得兩捲或兩片以上之幻燈片，由反轉用軟片攝影之第一法仍爲最簡單之幻燈片製作方法，而其結果之優良均爲第二及第三法之所不及。其攝影上之計劃，準備及攝影法均與第二及第三法略同，惟冲洗法頗有出入。茲分爲黑白及彩色二部分述之。

1. 黑白反轉用軟片之冲洗法

黑白反轉用軟片在市面上幾乎罕見。在美國，因爲彩色片之發達，除了專製教具用及部份私人之需要外，一般均不以此片製作黑白捲片。在日本亦然，此種軟片種類少，且製作數量也甚少，於日本僅有櫻花牌之Sakura Reversal Film一種而已。因爲製作量少，而攝影者又需將軟片寄去原公司冲洗，且冲洗後即可得優良精美之幻燈片，故其冲洗用藥品，配合法及處理時間等的一般技術，原公司均不願公開。鹿野氏配製如下種種冲洗用液，以冲洗櫻花牌反轉用軟片，爰介紹於下：

第一顯影液

水	1,000 c.c.
衣侖 (Metol)	2 g.
無水亞硫酸鈉 (Sodium sulphite, anhydrous	30 g.
海特路幾奴 (Hydroquinone)	12 g.
溴化鉀 (Potassium bromide)	8 g.
氫氧化鈉 (Sodium hydroxide)	18 g.
硫氰酸鉀 (Potassium thiocyanate	5 g.
福馬林 (Formalin)	3～5 c.c.

反轉液

水	1,000 c.c.
重鉻酸鉀 (Potassium bichromate)	5 g.
濃硫酸 (Sulphuric acid, concentrated)	5 c.c.

淸淨液

水	1.000 c.c.
無水亞硫酸鈉	100 g.

第二顯影液

水	1,000 c.c.
衣侖	1.5 g.
無水亞硫酸鈉	35 g.
海特路幾奴	4 g.
碳酸鉀 (Potassium carbonate)	25 g.

定影液

溫水	600 c.c.
硫代硫酸鈉 (Sodium thiosulphate)	240 g.
無水亞硫酸鈉	15 g.
28%醋酸液	48 c.c.
硼酸 (Boric acid)	7.5. g.
鉀明礬 (Potassium-Aluminium sulphate)	15 g.
加水使全量爲	1,000 c.c.

28%醋酸液

冰醋酸 (Acetic acid, glacial)	3 份
水	8 份

以下就冲洗法簡述之；

A. 冲洗之準備：

(1) 軟片裝入冲片罐 (Developing tank)內
(2) 各冲洗用液之溫度調整爲68°F (20°C)
(3) 洗滌用水之溫度調整爲73～77°F (23～25°C)
(4) 攝影用燈泡及其架子各一個。

B. 冲洗程序及其方法：

(1) 第一顯影——顯影液倒入冲片罐內後立刻搖動軟片15秒，其後每分鐘搖動15秒。顯影時間約10分鐘。
(2) 水洗——將顯影液倒出來，立即以流動水充分洗滌，約1分鐘，或每20秒洗滌1次繼續5次。
(3) 反轉——其後倒入反轉液，每1分鐘搖動15秒繼續反轉3分鐘。此後室燈可開，冲片罐之蓋亦可開。以後之操作均可在燈下行之。
(4) 水洗——1分鐘，如(2)行之。
(5) 清淨——3分鐘，如上述方法搖動軟片。
(6) 水洗——1分鐘，如(2)行之。
(7) 曝光——將軟片靠近攝影用燈泡 (筆者用No. 2 Photoflood)，於其前面1英尺處，開燈曝光約30秒，使軟片之各部分均勻感光。
(8) 第二顯影——曝光後關燈，將軟片以第二顯影液冲洗，約5分鐘。搖動法如前述。
(9) 定影——約5分鐘，如上述方法搖動之。
(10) 水洗——在流動水裡洗滌30分鐘。
(11) 乾燥——以水洗滌後之軟片，用海棉拭去水分，而吊在清淨處乾燥之。

乾燥後得粒子微細且非常美麗之陽畫，即是黑白幻燈片。

2. 彩色反轉用軟片之冲洗法

彩色片鮮艷優美，爲一切幻燈片之冠，爲黑白幻燈片之所不能及者。但因製作費較一般黑白幻燈片高，故在目前尙不能普遍作教學上之使用，唯稍容時日定可取代黑白幻燈片。反轉用彩色軟片可分爲內式與外式兩種。外式者必須由原製作公司冲洗，如Kodachrome, Anscochrome, Fuji Colorfilm, Sakura Colorfilm 等類屬之，而內式者可由攝影人自行冲洗，如Ektachrome, Oriental Colorfilm等類屬之。各種軟片又分爲太陽光式 (Daylight type)與人造光式 (Tungsten type)。一般在臺灣最常用者爲Ektachrome之太陽光式者，而其感光度以前爲 ASA32 度，但最近已有ASA160度之快片出現。故可如黑白片，以快速度攝影。其攝影計劃及準備，固然與黑白片者相同，惟攝影技術稍微不同而已。茲舉出數點攝影上應注意之事項如下：

a. 決定攝影構圖時須同時考慮色彩之平衡協調。因"色彩"所佔之意義巨大，配色之平衡協調與被照體之構圖有同等之重要性。

b. 彩色片對於攝影上之寬容度 (Latitude) 非常小。在黑白片以最適當曝光條件之 ± 4 倍攝影，其成績亦相當佳良。但在彩色片其寬容度僅爲 ± ½ 倍，超過此倍數時"色彩之平衡(Color balance)"即被破壞，致結果未能將原色再表現。因此，必須以最適當之曝光條件攝影。曝光表於彩色攝影時，不可缺少之理由在此。

c. 因爲寬容度小，彩色片對於被照體之明暗比，有嚴格之選擇性。明暗比過大時須藉補助光線以補暗處之光度。此方法有二：一爲使用閃光燈，次即爲使用反光板。前者如其光爲黃色時，需以透明且很薄之藍色紙狀物，如淺藍色之璸璐紙，蓋在燈泡前，或以微藍

色之特殊濾色鏡蓋在鏡頭上，或完全改爲使用藍色閃光泡。後者即須以白色或銀色之反光板。反光板本身之顏色會反射到被照體上。在黑白攝影可不大考慮此點，但在彩色攝影，反射在被照體上之顏色亦被攝上，故必須用白或銀色之反光板。其用法與黑白攝影相同。

d. 太陽光式之片，宜用於上午九點後至下午三點前之攝影。如在九點前或三點後攝影，必用微藍色之特殊濾色鏡掛在鏡頭上以防冲後之陽片稍襯藍色或紅色。至於應用何種及濾色度多少之鏡，可用新式之曝光表稱之謂"色溫曝光表(Color temperature meter)"量色溫後始可知。此時所用之藍色(紅色者毛用於人造光片)濾色鏡，稱謂"色溫補整鏡(Color temperature correcting filter)"，與用於黑白片者不同。用於黑白攝影之黃、紅、藍、綠等濾色鏡絕不能用於彩色攝影，如不愼使用時，即其片子均帶有該鏡之顏色。

舉出以上幾點供爲讀者參考。拍完之片可由相舘或照相材料行代冲洗，亦可自行冲洗，即購置冲洗用藥劑而依其說明書適當配合使用之。Ektachrome之冲洗藥稱爲Kodak Ektachrome Processing Kit, Process E-2；其最小規格，溶爲1 賓(Pint)者，可用於冲洗135片20張者6卷之捲片。此藥配妥後放在冰箱裡，僅可保存二星期之短，故宜從速使用之。玆就其冲洗簡述之。調配之藥液除第一顯影液之溫度嚴格地調整爲75°F (許容變化度僅爲 + ½ °F)之外，其餘液溫皆調整爲 73～77°F 。藥液之倒進及倒出均要迅速行之。軟片在液中之搖動，除了下記(1)、(2)及(3)之外，均以每20秒鐘搖動數次爲原則。於(1)、(2)及(3)，藥液倒入冲片罐內，立刻繼續地搖動15秒，其餘依上述方法行之。

(1) 第一顯影——10分鐘，以第一顯影液行之。
(2) 水洗——1分鐘，以流動清水行之。
(3) 固定——3～10分鐘，3分鐘後可開室燈，此後在燈下操作。
(4) 水洗——3分鐘，爲便操作可啓開冲片罐之蓋。如(2)行之。
(5) 曝光——取軟片架之一端於第二號攝影燈泡前一英尺處，開燈，寫〇字樣地旋轉軟片架，使軟片均勻地再受曝光，其曝光時間爲15秒。
(6)彩色(或染色)顯影——15分鐘，以色彩顯影液行之。
(7) 水洗——5分鐘，以流動清水洗滌。
(8) 清淨——5分鐘，以清淨定影液行之。
(9) 水洗——90秒鐘以上。以流動清水洗之。
(10) 漂白——8分鐘，以漂白液行之。
(11) 水洗——1分鐘，以流動清水行之。
(12) 定影——3分鐘，以清淨定影液行之。
(13) 水洗——8分鐘，以流動清水洗滌之。
(14) 安定——1分鐘，以安定液行之。此後不得以清水洗滌。
(15) 乾燥——乾燥溫度不得超過110°F。

由上述可知，彩色片與黑白反轉片，其冲洗法大致相同。惟初次冲洗者易失於溫度之控制，導致失敗，故對溫度尤須特別注意。似此可製成彩色幻燈捲片。如欲製作單片，即可將捲片剪爲許多單片，其後將每一單片裝在紙夾中以阿拉伯膠貼緊，即成爲單片。

六、結　　語

晚近十餘年來，我國無論公私團體與機關學校使用之幻燈片，大部皆由外國(以美國爲主)

輸入。有關農業教育幻燈片亦不例外。基於科學昌明，日新月異，尤以美國農業進入機械化爲時已久，其技術上之精良，冠於世界各國，非其他國家所能望塵，故其農業幻燈片，可供與農業環境相同之國家作爲教學或參考之用。惟臺灣之農耕條件與美國相去甚遠，故所輸入之農業幻燈片僅能作爲介紹美國農業概況與農業機械使用法等，其能爲教學及其參考者則寥寥無幾，甚至成爲農民一種娛樂性欣賞而已。但任何教學於適當範圍內使用幻燈片，可提高教學效率，自屬無疑，因之爲喚起許多農校教員之自製興趣。筆者曾目睹許多農校教員自製之幻燈片，認爲大部分尚不如理想，究其因不外乎經費，設備，攝影技術不精等等。筆者自民國四十五年運用美援經費，開始拍攝黑白幻燈捲片，至今已攝成四十餘種，其應用於農民及農校學生之教學成果，雖不敢妄加美辭，但其反應尚佳，故作此文，介紹幻燈片之製作法，以供製作幻燈片同仁之參考。

此文僅述及幻燈片之製作法，尚未包括應如何使用幻燈片於教學及彩色和黑白兩種幻燈片在教學上之效果比較，幻燈片與他種靜畫在教學上教學效果之比較，幻燈片與他種視聽教學法，如直接經驗教學法，示範表演教學法，參觀教學法等等效果比較，或幻燈片單獨使用與配合別種視聽教學法時之效果比較，………………等等之研究。此等研究之結果，留待此後另行爲文述及。

七、參　考　文　獻

1. Edgar Dale; Audio-Visual Methods in Teaching Rev.ed.(1954)
2. Haas & Packer; Preparation and Use of Audio-Visual Aids Rev.& enlarged ed.(1950)
3. Eastman Kodak Co.; Kodak Data Book 6th ed.
4. 鹿野 寧；寫眞スライドの作り方， 改訂新編 (1955)

STUDIES ON STILL PICTURES IN TEACHING VOCATIONAL AGRICULTURE (I)

LOCAL PRODUCTION OF FILMSTRIPS AND SLIDES

By

C. K. Lin

During the last decade, many filmstrips and slides have been introduced into our country year by year by many organizations, schools, and individuals from other countries, mainly from the United States of America. Photographic transparencies, the filmstrips and slides, for use in teaching agriculture, of course, included. They show American farming that is superior in many fields, such as big scale, best farming conditions and methods, etc., may become educative, informative and referable for both adult and future farmers of comparable agricultural situations of other countries. But due to the differences of farming methods and conditions between ours and America's, most of the agricultural transparencies introduced from the States seemed to our farmers only explanatory and introductory, even sometimes as recreative, about the American farming, and not too many as educational. Speaking generally, slides and filmstrips themselves, as known by all teachers, are very useful in improving the teaching↔learning process and can heighten the teaching effects when applied properly, The above description has started the generating interest in agricultural teachers for producing their own transparencies for their own specific teaching use. The writer has observed many color and B&W slides of vocational agricultural teachers' self-made and has felt too many of them were not useful in teaching, when considering the pictorial composition, photographic techniques, lighting conditions, films used, materials taken in, etc. This would be due to the small budget, inadequate photographic knowledge as well as techniques, and to the lack of adequate photographic devices. Since 1956, the writer has begun to take pictures at government expense offered by the U. S. Aid for the improvement of vocational agricultural education. To date I have completed photographing more than 40 titles of agricultural filmstrips. Although only partially able to satisfy the whole purpose of teaching, the reactions from the teachers after using were desirable. They have become favorites among the teaching aids in the vocational agricultural schools of this island. Therefore, the writer came to a decision of making this report for the purpose of introducing the methods of producing agricultural slides and filmstrips to those who want to make transparencies by themselves. These aids would then apply to their specific classes inv ocational agriculture.

Three methods are used for making filmstrips and slides, as follows:

1. By processing the reversal film after photographing

   For processing, the photographer sends the reversal film already taken to its manufacturer, who will then return the very beautiful slides or filmstrip to the former in a week or so. The best characteristics given by this method are: the most attractive and the finest grain. But one great defect is also experienced by this, that is, there is no negative to print more copies at the same time. In another words, the reversal film can only give the photographer one, absolutely one, original filmstrip or slide whenever he uses it to take pictures.

2. By printing the master negative which was made previously

   Although, both a little less beautiful and larger grain of transparencies compared with those of the first method given, this method solves the problem of print numbers, more than two copies can be gotten at the same time because the master negative can be used for printing.

3. By printing the master negative previously made by means of copying the enlargement that was made from the original negative

   After development of the film taken, the original negative can be made. Enlarge this negative to a fixed size. Then, copy this enlargement on or in right side of which script was added. The master negative is made after the development. By printing the master negative, positive—the filmstrips or slides—are made. Both the attractiveness and grain of the transparencies made by this method are inferior to those of the above two methods to some extent. But according to the writer's experiences, this is still the best method of making B&W transparencies among the three. In general, the vocational agricultural teachers are not competent professional photographers and the best photographic conditions are not always given for them at the time when they want to shoot. With these two reasons, transparencies made by the former methods almost can not reflect the ideas perfectly, that the teachers translated from words, beforet their students; i.e., the slide or the filmstrip needs explanation. If some words can be added in the transparency, this purpose, written above, could be achieved. The former methods can't meet this need. Only the third one can do this. Therefore, the writer does not hesitate to recommend this method as best for the making B&W filmstrips or slides.

As shown in above, the 3rd method is best for the B&W slide- or film-

strip-making, but color slides or filmstrip is rather better to use the 1st method for its economy's sake. Each method needs about the same photographic preparations, knowledge, and techniques. So it is not too much to say that those who can make photographic transparencencies by the 3rd method can produce them by the 1st or the 2nd method. In this report the writer described the last method in relative detail. Below is given the outline of the 3rd method:

I. Make a complete plan
    1. Decide the main purpose of the transparencies.
    2. Determine the audience to which the transparencies will be shown as well as their attitude and experience level.
    3. Plan the character of the transparencies.
    4. Outline the story
        a. Decide the title.
        b. Prepare a script.
        c. Decide the number of frames and plan each shot.
        d. Arrange each picture in the proper sequence.
    5. Translate words into picture ideas.
    6. Make preliminary surveys of climate, communication, farming seasons, farmers' cooperation, etc., before going out.

II. Shoot the pictures
    1. Prepare photographic materials and equipment.
    2. Prepare materials or equipment to be taken.
    3. Shoot the subject.
    4. Develop the film.

III. Make prints.

IV. Make enlargements.

V. Make title and script.

VI. Mount the picture with script on a cardboard.

VII. Make a master negative by duplication.

VIII. Print the master negative into positive.

Besides the detailed description of the 3rd method, development of the reversal films were also expressed briefly in this report.

The writer has put stress on the production of teacher-made slides and filmstrips, and has not yet touched "How to use the slides and filmstrips in teaching", "Comparison of the teaching effects given by the color and B&W slides and filmstrips", "Comparison of teaching effects given by the photographic transparencies and other still pictures", "Comparison of the teaching effects given by the photographic transparencies and other audio-visual methods, such as direct & purposeful method, demonstration, field trip,······ etc." ········· These results will be shown in Part II, III, and IV,··· ······of this series of the studies

NITROGEN TRANSFORMATIONS IN ALKALINE SOIL IN RELATION TO PHOSPHORUS CONTENT AND ASSOCIATED EFFECTS ON PLANT GROWTH

BY
SHI-TAO YIE[1]

Introduction

Soils are fertilized with nitrogen through the use of either organic or inorganic nitrogen compounds. The organic forms of nitrogen are applied usually in the form of animal or plant matter, cyanamide and more recently as synthetically produced urea. In the soil, organic nitrogen is converted into inorganic form through the action of microorganisms. With the exception of nitrogen fixation by atmospheric electricity, all nitrogen transformations are accomplished by living organisms. The inorganic forms of nitrogen used as fertilizer are the salts of ammonium and of nitrate. Under usual soil conditions and with most plants ammonium is oxidized to nitrate prior to absorption by the plant. In spite of this, plant growth does not always respond in the same way to the application of the two forms of inorganic nitrogen. The reason for this lies in secondary effects upon other factors of soil fertility.

For example, the oxidation of ammonium ion to nitrate ion by soil organisms always produces two equivalents of hydrogen ion. The hydrogen ion so produced will decrease the "soil pH" and may effectively solubilize compounds which were initially present in a less soluble state, particularly if the "soil pH" is high. Due to this concomitant increase in the availability of certain nutrients, the oxidation of ammonium to nitrate may confer upon the soil a fertility greater than that due to the addition of nitrogen as such.

To demonstrate this effect, it is necessary to select a soil which is fairly high pH and is deficient in a nutrient element because of its low solubility at the alkaline soil reaction. If a soil such as Hesperia fine sandy loam is alkaline in its natural state, or is made so, the phosphorus is apparently present as the insoluble $Ca_xH_y(PO_4)_2$ and the phosphorus is unavailable to the plant, and so this soil responds to phosphate applications.

In the following experiment a study was made of ammonium and nitrate fertilization as they affect phosphate availability in the above soil

MATERIALS AND METHODS

18 six inch flower pots and dishes were obtained. A polyethylene liner was placed in each pot with a piece of broken pottery and filled each pot with sieved Hesperia fine sandy loam to one inch from the top (about 2 kg. soil) and the liner was punctured through the drain hole. Each filled pot was set in a dish and watered

---

1. Professor and Head of Botany Department, Taiwan Provincial College of Agriculture

each pot with about 400 ml. distilled water. Six tomato seedlings were planted in each pot and the soil was kept moist, but overwatering was avoided.

When the plants reached the 2nd true leaf stage, they were thinned for uniformity of plant size, leaving four plants in each pot.

The eighteen pots were divided into three groups of six. The pots were treated according to the following schedule :

Group I		Group II			Group III		
	1M		1M	1M		1M	1M
No.	KH_2PO_4	No.	KH_2PO_4	KNO_3	No.	KH_2PO_4	$(NH_4)_2SO_4$
1.	0. ml.	7.	0. ml	15.0ml.	13.	0. ml.	7.5 ml.
2.	0.25 〃	8.	0.25 〃	15.0 〃	14.	0.25 〃	7.5 〃
3.	0.5 〃	9.	0.5 〃	15.0 〃	15.	0.5 〃	7.5 〃
4.	1.0 〃	10.	1.0 〃	15.0 〃	16.	1.0 〃	7.5 〃
5.	5.0 〃	11.	5.0 〃	15.0 〃	17.	5.0 〃	7.5 〃
6.	10.0 〃	12.	10.0 〃	15.0 〃	18.	10.0 〃	7.5 〃

The solutions were applied in the following manner. The required amounts of KH_2PO_4 were placed together with the KNO_3 or $(NH_4)_2SO_4$ in a beaker, added about 75 ml. distilled water to the beaker and mixed. To avoid sulfate (or potassium) deficiency, 1 ml, of 0.5M K_2SO_4 was added to each solution. This diluted solution was poured into the pot, distributing it more or less uniformly over the soil. If water was withheld a day or so before adding the solutions, no trouble would be experienced with the solution percolating through the soil and accumulating in the dish. If this had occurred the excess solution would have had to be saved and later reapplied to the soil.

Water was added regularly. The plants were not allowed to wilt but were not overwatered. Once or twice a week the pH values of saturation paste from pots No. 1, 7, and 13 were measured.

EXPERIMENT RESULTS

The experiment was started on October 14, 1958 and ended on December 2nd of the same year in the department of plant nutrition of the University of California. On October 28, 1958 around 2 weeks after beginning the sand culture it was observed that the tomato plants grown in No. 4, 5, 6, of Group I, No. 10, 11, 12, of Group II. No. 16,17,18, of Group III were much better than those of No. 1, 2, 3, which were short and small with small leaves and short stems and had purple spots on the under side of leaves.

On November 6, 1958 the leaves of the plants in Group I from No. 1 to No. 6 became yellow and weaker.

The tomato plant of Group II grew much better than Group I, and it seemed that that they increased in size with the order of 7, 8, 9, 10, 11, etc.

The growth the Group III appeared to be about as good as that of Group II.

On December 2nd when the largest plants were about 10 inches tall the experi-

ment was terminated. The tops were harvested by severing the plants at the base. The tops of all plants growing in one pot were combined, and the fresh weight of each sample was determined as follows. The samples were placed in labeled paper bage and dried at 60—70°C. The dried samples were weighed.

TABLE I. The fresh weight and dry weight of tomato plants leaves

Group I			Group II			Group III		
No.	Fresh weight of leaves	dry weight of leaves	No.	fresh weight of leaves	dry weight of leaves	No.	fresh weight of leaves	dry weight of leaves
1.	7.0 gr.	01.2 gr.	7.	43.8 gr.	06.41 gr.	13.	46.25 gr.	07.60 gr.
2.	8.65 〃	01.53 〃	8.	62.83 〃	11.00 〃	14.	58.7 〃	09.60 〃
3.	9.31 〃	01.82 〃	9.	70.3 〃	12.71 〃	15.	61.9 〃	11.34 〃
4.	9.72 〃	01.95 〃	10.	75.5 〃	13.22 〃	16.	72.1 〃	12.15 〃
5.	9.98 〃	02.01 〃	11.	82.55 〃	14.41 〃	17.	72.0 〃	12.56 〃
6.	9.50 〃	01.94 〃	12.	75.75 〃	13.70 〃	18.	71.55 〃	12.55 〃

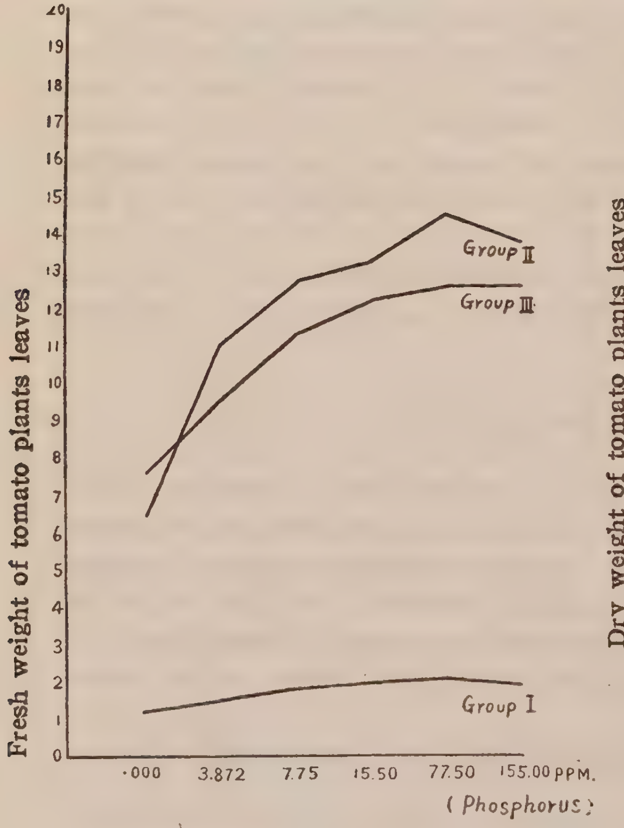


Fig. I
The yield of fresh weight of tomato plants leaves against p.p.m. of phosphorus added

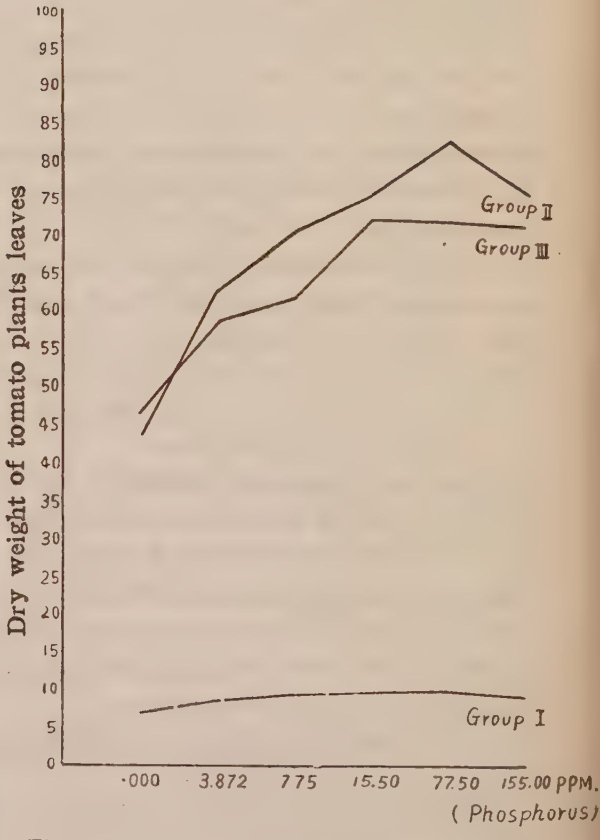


Fig. II
The yield of dry weight of tomato plants against p.p.m. of phosphorus added

Table 2 Parts per million of added phosphorus in each group

No.	Group I	No.	Group II	No.	Group III
1.	0.000	7.	0.000	13.	0.000
2.	3.87 p.p.m.	8.	3.87 p.p.m.	14.	3.87 p.p.m.
3.	7.75 〃	9.	7.75 〃	15.	7.75 〃
4.	15.50 〃	10.	15.50 〃	16.	15.50 〃
5.	77.50 〃	11.	77.50 〃	17.	77.50 〃
6.	155.00 〃	12.	155.00 〃	18.	155.00 〃

Table 3 The "Soil pH" of each group with time from pots No. 1, 7, and 13.

group \ date	10/14	10/16	10/21	10/23	10/28	10/30	11/6	11/11	11/18	12/2
No. I	8.1	8.2	8.0	8.1	8.4	8.2	8.3	8.6	8.0	7.9
II	7.8	7.8	7.6	7.8	8.0	7.9	7.6	8.0	7.7	7.2
III	7.9	7.5	7.3	7.2	7.0	7.1	6.9	6.8	6.8	6.6

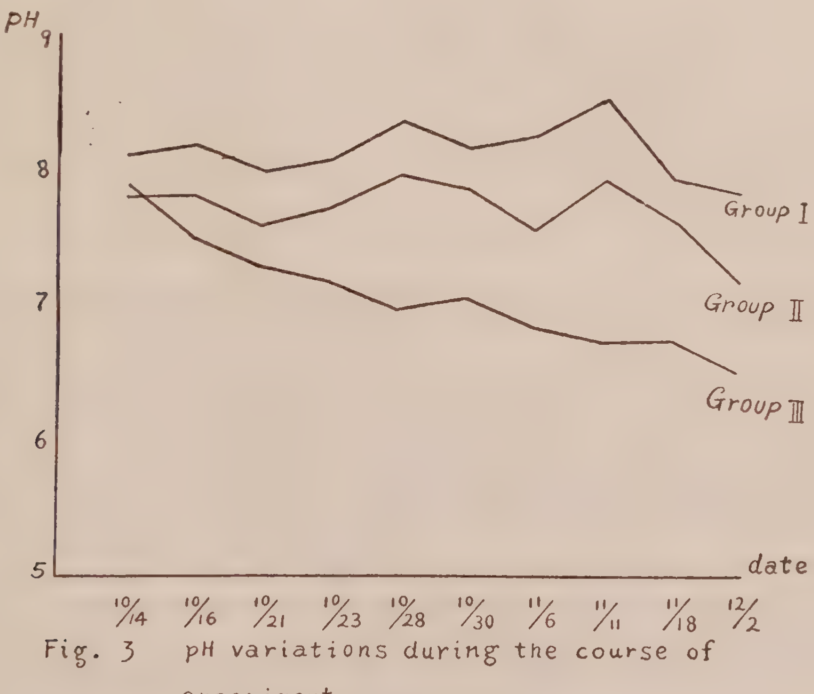


Fig. 3 pH variations during the course of experiment

DISCUSSION OF RESULTS

1. The tomato plants grown in the Hesperia fine loamy soil to which only the KH_2PO_4 had added (Group I) were small and weak. Their fresh and dry weights were small. The poor growth can be attributed to the lack of nitrogen and the high pH value. However much greater growth was obtained in Groups II and III, in which nitrogen was supplied.

2. The comparison between the weights obtained in No. 7 and 13 are of the most interest in this experiment. The fact that No. 13 had greater weight than that of No. 7 indicated that some of the soil phosphorus in the form of $Ca_xH_y(PO_4)_2$ had been solubilized and made available to the plant by lowering the pH of the soil through the formation of hydrogen ion according to the following equation :

$$NH_4^+ + 3/2O_2 \longrightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O$$

The NO_2^- was oxidized to NO_3^- and made available to the plant. The fact that the weight of No.13 is not much greater than that of No. 7 indicates that only a small amount of the phosphate is solubilized at the pH obtained in this experiment certainly under 3.5 p.p.m.

3. It was noteworthy that the greatest weight values obtained in each of the groups was in the cases where 77.5 p.p.m phosphorus was added. This is indicated to be the amount of phosphorus that has to be added to the type of soil used to obtain the best results.

4. The fact that with the exception of No. 13 the weight values of Groups III were lower than the corresponding weight values of Groups II can be explained by the fact that the tomato plant is suited to assimilate the nitrate ion rather than the ammonium ion. The nitrogen content of the ammonium sulfate used was equal to that of the potassium nitrate used. However it was not likely that all of the ammonium ion in this experiment was converted to nitrate and thus became available to the plants. Thus the plants in Group III actually had less available nitrogen than their counterparts in Group II and thus did not develop to the same extent.

The pH of 8 was found in central Taiwan district in the alluvial soil of the bank of Cho-Shui Hsi (Muddy Water Stream) and in the river bank soil of the salty land area. This pH value is practically the same as that found in the fine sandy soil of California, U. S. A. So the writer took river bank soil from a suburb of Taichung city and testing it found a pH of 8.1. Using the methods given above the author carried out another experiment which involved the growth of tomato, barley wheat and cucumber plants. In the first steps of this experiment she noted that the growth of tomato corresponded very closely tomato growth the fine sandy soil found in California, U. S. A. She observed that nitrogen furnished as ammonium ion enhanced the growth of barley very much and that of wheat to a lesser extent.

The writer is now carrying on the some experiment with some other plant species and a paper on the results of this work will be published in the future.

REFERENCES

(1) Burd, J.S.- Chemistry of the Phosphate Ion in soil system. soil sci 65 (1948)

(2) Conrad, J.P. - Acidity and Alkalinity Produced by Changes in the Nitrogen, Sulfur and Carbon Cycles Plant Physiol 8 (1933)

(3) Lorenz, O.A. and Johnson, C.M. - Nitrogen Fertilization as Related to the Availability of Phosphorus in Certain California Soils. Soils Science 75 (1953)

中　文　摘　要

鹹性土壤中氮之轉變與磷量之關係對植物生長之影響

易　布　道

臺灣省立農學院植物學系教授兼系主任

大多數高等植物以硝酸鹽類（N—NO_3）爲最有效之主要氮源，然在鹹性土壤中，馬鈴薯之生長有效的氮源爲銨鹽（N—（NH_4）$_2SO_4$），而不是硝酸鹽（N—KNO_3），（Lorenz 1953），此基因於間接影響土壤肥力之其他因素所致，當銨鹽經土壤微生物氧化之際所放出之氫離子，足以降低土壤之 pH 值，由於土壤酸度增加之關係，使其他非溶解狀態之物如 KH_2PO_4 等遂受影響而溶解，因此能增加土壤中某些營養要素之有效性能作用。

美國加州細砂土(Hesperia fine sand loam)，其 pH 值約爲7.8 在此種狀態下，磷多不溶解成爲 $Ca_xH_y(PO_4)_2$之狀態，故根部細胞不能吸收利用之，筆者於上述之細砂中栽植蕃茄，由試驗之結果，僅加 KH_2PO_4，即第一組其植株矮小而細弱，發育不良，葉裡發生紫色斑紋，葉片呈黃色，其新鮮及乾量均低（見第一表），其生長衰弱之原因，乃歸於氮之缺乏與 pH 值高有碍磷等之溶解，第二組除 KH_2PO_4 之外加 KNO_3 第三組除 KH_2PO_4 之外加用（NH_4）$_2SO_4$，兩者之生長較之第一組顯著旺盛，重量增加，同時 pH 值亦較低，尤以第三組爲甚（見 pH 表）。就第三組中十三號植物之生長重量較第二組中七號者（見第一表及第二表）有增高之事實，即暗示在鹹性砂土中所存在之磷由於 pH 值降低之關係而溶解，約相當於 3.5 p.p.m 之磷量，成爲蕃茄有效之利用，故生長較佳，亦可知蕃茄在此等鹹性砂土中對銨態氮之利用值甚高，且依所用磷量 3.8 p.p.m，7.75 p.p.m，15.50 p.p.m 及 77.50 p.p.m 等之順序，其各組植物之重量，依照所用磷量之比例，呈逐步增加之現象，而每組蕃茄生長之最大率，磷爲 77.50 p.p.m，如磷量達 155.00 p.p.m 則生長重量略減。

在臺灣中部濁水溪沿岸之冲積地及沿岸之鹽分地區，其土壤之 pH 值約在 8 左右，此與美國加州之細砂土壤，頗相類似，作者於民國四十九年前後，曾取臺中市近郊河岸之細砂土，其 pH 等於 8.1。用本試驗之方法栽植蕃茄、大麥、小麥等植物，作同樣之測定，依初步之試驗結果蕃茄之生長情形與美國加州之細砂土栽培者殆完全相同，而大麥對銨鹽較之硝酸鹽生長更優良，小麥次之，此項研究尚在作廣汎品種之試驗中，俟他日另行發表。

Michael Condensation 之反應機構及其應用實例範圍之商榷

葛 其 龍

THE MECHANISM OF THE MICHAEL CONDENSATION AND DISCUSSION OF HOW ITS APPLICATION MAY BE EXTENDED

by
C. L. Kuh

概 說

吾人常指稱一般有機反應較之無機反應還爲遲緩且多歧複雜，試以置換反應 (Substitution) 爲例；在有機、無機反應中均佔重要地位，但在二者間其意義上頗有出入。而如加成作用 (Addition)，僅祇不飽和之有機化合物才示有此反應，在無機反應中絕無之。其他如消去作用 (Elimination)，變位或重行配列 (Rearrangement)，聚合 (Polymerization)，縮合 (Condensation) 諸反應，在無機反應中罕有論及之者。在有機無機反應中雖示有若是之區別，但一切化學反應均基因於正、負游子起電性中和一基本原理則決無二致。

在有機化合物中除偶氮鹽 (Diazonium Salt ArN_2X) 亦能如無機鹽一般可明顯的解離成游子 (由其作用性可推斷其分子中呈$Ar—N_2^+X^-$，即其構造與電解質之銨鹽極爲類似)。其他大多數有機化合物則在普通條件下不易起解離，即吾人常解釋在該等化合物中，其價電子大率均採共價結合 (Covalency Linkage) 故。但根據精密測定，知該等化合物仍多少示有双極性 (Dipole)，即多數有機化合物分子當在電場內時，示有極明顯之方向性，即正電荷之中心與負電荷之中心並不一致，而呈有双極矩 (Dipole moment)，或即此事實可視作係分子內具有正、負電荷之結果所致。爲此一般有機化合物雖稱其採共價結合不易起解離但站在電子論 (Electronic Theory) 立場言，則仍可稱由於感應效果 (Induced Effect) 而示有離子化之傾向，但該離子化傾向遠不及一般無機化合物者，且受制於觸媒，溫度及溶媒之種類等各條件，自不待言。除此而外，共鳴 (Resonance) 對於有機化學反應之解明，寄予亦多，但非本篇宗旨所在故予省略。

一般有機反應，大致可分列爲兩大類型。第一類係共價結合被破壞，而各斷片形成具有奇數個電子之游離基 (Free Radical)，且係均分的破壞 (Homolytic Fission)，故俗稱之爲游離基反應 (Free Radical Reaction)。 $A:B \longrightarrow A^{\cdot} + .B$

輻射能、高級烷類之熱煉 (Cracking) 等均屬之。因反應狀態下之電子構造相同，常可自相縮合，爲此常須特殊之定量方法，才可確認之，故研究不易。一般游離基反應且常由連鎖反應 (Chain Reaction) 始動之，該時常伴隨發生高熱，爲此常示有爆發性反應，今日在飛彈燃料研究方面至屬重要，但在通常有機反應中，其實例不多，故其重要性稍遜。第二類則係共價結合起不均勻破壞 (Heterolytic Fission)，一般稱之爲離子化反應 (Ionic Reaction)

$$A:B \longrightarrow A:^- + {}^+B \quad 或 \quad A^+ + {}^-:B$$

其起因乃由於參與作用之試藥，其離子或其一部份對電子對 (Electron Pair) 或原子核示有固有之親和性 (Affinity) 所致。參與作用之試藥由於其可接受或頒與電子，其反應結果一般可分爲親電子性 (Electrophilic) 及親核性 (Nucleophilic) 二種。而親電子的 (E) 及親核的 (N) 作用進行而得之置換反應 (S)，現下以 S_E 及S_N 反應以表示之。有機化合物行此類破壞時，又可舉列如下：

(a)　$H_3C:X \longrightarrow H_3C^{(+)} + ^{(-)}:X$

(b)　$H_3C:X \longrightarrow H_3C:^{(-)} + ^{(+)}X$

在 (a) 及 (b) 中炭原子各形成帶正電荷及帶負電荷之鋑離子 (Carbonium Ion) 及碳離子 (Carbonion Ion)，從而其電性相反之物質可與之作用之，其對於一般有機反應機構之解明寄予殊多。而其適用範圍，亦不局限於置換反應。在有機反應中經此機構之說明，除能確立其正確涵義外，每可將其適用範圍予以擴張之。以下即以 Michael Condensation 爲例將其反應機構說明，從而就其應用實例之適用範圍予以探討之。

狹義的 Michael Condensation

Malonic (Acid) Ester ($ROOC-CH_2-COOR$) 及Acetoacetic (Acid) Ester (CH_3CO-CH_2-COOR) 二化合物由於其在構造上，主要部份相同，故二者之化學性質

$$RO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR$$

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR$$

←— 相同部份 —→

R代表烷基 (Alkyl Group)，其最常見者爲 Ethyl Group ($-C_2H_5$ 一般亦常以Et表示之)

及作用至爲相似。二者在其分子中均具有 Active Methylene Group〔即在中央之 ($-CH_2-$) 其中二 H 原子富於活動性 (Mobility) 極易爲活潑金屬原子及烷基等置換之〕再二者之分子構造亦如下所示併存有 keto-, enol- 二型，其作用性活潑自在想像之中，爲此在有機合成反應中 Malonic

$$\begin{array}{ccc} C{\overset{\diagup\!\!\diagup O}{\diagdown OR}} & & C{\overset{\diagup OH}{\diagdown OR}} \\ | & & \| \\ CH_2 & \longleftrightarrow & CH \\ | & & | \\ COOR & & COOR \\ \text{keto-form} & & \text{enol-form} \end{array}$$

Malonic Ester

$$\begin{array}{ccc} C{\overset{\diagup\!\!\diagup O}{\diagdown CH_3}} & & C{\overset{\diagup OH}{\diagdown CH_3}} \\ | & & \| \\ CH_2 & \longleftrightarrow & CH \\ | & & | \\ COOR & & COOR \\ \text{keto-form} & & \text{enol-form} \end{array}$$

Aceoacetic Ester

Ester Synthesis 及 Acetoacetic Ester Synthesis 係二極有名且應用至廣汎之合成法。

早期的亦即狹義的 Michael Condensation 之定義，即指在 MalonicEster 及 Acetoacetic Ester 中由於其富於上述之活性，故當在鈉金屬存在下，可與另一種 α, β-unsaturated Acid Ester 起縮合之。例如1924年 Cohen在其名著中，舉陳 Ethyl Cinnamate 當與Sodium Ethyl Malonate 起縮合再經由酸化 (Acidification) 及部份加水分解 (Partial Hydrolysis) 後而得 β-Phenylglutaric Acid 以說明 Michael Condensation:

$$C_6H_5CH{=}HC\cdot CO\cdot OEt + (EtO\cdot OC)_2CH(Na) \longrightarrow \underset{(EtO\cdot OC)_2CH}{C_6H_5\cdot \overset{}{CH}}\cdot CH(Na)\cdot CO\cdot OEt \quad \text{then} + HCl\,aq$$

$$\longrightarrow \underset{(EtO\cdot OC)_2CH}{C_6H_5CH}\cdot CH_2\cdot CO\cdot OEt \quad \text{then } +3H_2O \longrightarrow \underset{H_2C\cdot COOH}{C_6H_5\cdot CH}\cdot CH_2\cdot COOH + NaCl + 3EtOH + CO_2$$

Michael 最初以下式以說明該作用之機構

$$\begin{array}{c} R-CH{=}CH-CO \\ + \\ (EtO\cdot OC)_2HC-Na \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} R-CH-CH-CO \\ | \qquad | \\ (EtOOC)_2CH \quad Na \end{array} \xrightarrow{H_2O} \begin{array}{c} R-CH-CH-CO \\ | \qquad | \\ (EtOOC)_2CH \quad H \end{array}$$

即在含有 Active Methylene Group 之化合物，當其中一H原子被金屬鈉置換後分別爲 Na 及 -

CH (COOEt) 2 而與 α, β-Unsaturated Carbonyl 化合物作用時，則Na附加於α-C-atom 而-CH (COOEt)2 則附加於β-C-atom 上，再以水處理時，則 Na 再爲H置換而得縮合物。

Michael Condensation 之反應機構

但根據上述概說中之理論，我人可剖析之如下：即在 α, β-Unsaturated Carbonyl Compound 中其β-位上之炭原子由於共振關係而示有陽性，或即形成 Carbonium Ion 爲此一切陰性試劑或即親核性試劑 (Nucleophilic Reagent) 當在適當之催化劑存在下時，均可予加成之(Addition)。

$$CH_2=\overset{H}{\overset{|}{C}}-\overset{R}{\overset{|}{C}}=O \longleftrightarrow \overset{(+)}{CH_2}-CH=\overset{R}{\overset{|}{C}}-O^{(-)}$$

如此即可將上述 Cohen 所擧述之例說明之如下：

$$>C=\overset{|}{C}-\overset{|}{C}=O \longleftrightarrow >\overset{(+)}{C}-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}-\overset{(-)}{O} \;+\; (ROOC)_2\overset{\ominus}{C}(H)\text{——}Na^{\oplus} \longrightarrow >C(CH(COOR)_2)-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}-ONa \xrightarrow{H_2O}$$

$$>C(CH(COOR)_2)-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}-OH \longrightarrow >C(CH(COOR)_2)-CH-\overset{|}{C}=O$$

再在上述機構中設以數字表示雙鍵 (Double Bond) 之位置時則

$$\underset{(4)}{>C}=\underset{(3)}{\overset{|}{C}}-\underset{(2)}{\overset{|}{C}}=\underset{(1)}{O} \longleftrightarrow >\overset{(+)}{C}-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}-\overset{(-)}{O}$$

即双鍵在 (1)、(2) 及 (3)、(4) 之間 (>C=O 即 Carbonyl Group 中之双鍵亦意味其有加成之性質) 再與右方共觀時，則可稱 α, β-Unsaturated Carbonyl Compound 一般均係在共軛狀態 (Conjugated State)，按常例其作用應爲1,4- 位之加成 (1,4-Addition)，但由上項反應式以觀，則可稱其結果係 3,4- 位之加成，在此我人可發見 Michael Condensation 之一特質。

廣義的 Michael Condensation

由上述反應機構以觀，我人可將 Michael Condensation 之範圍擴展之，即 α, β-Unsaturated Carbonyl Compounds (包括 Acids, Esters, Aldehydes. Ketones 等) 當在金屬鈉存在下時可與 (a) Malonic Ester (b) Acetoacetic Ester 及 (c) Cyanoacetic Ester 等縮合之。而所謂 α, β-Unsaturated Carbonyl Compound 其重要者頗多，玆擧數重要例說明之如下：

(1) Acrylic Acid 係一重要之 α, β-Unsaturated Carbonyl Compound， 今日在合成樹脂工業上自成一系統，其 Ester 當在金屬鈉存在下可與Malonic Ester, Acetoacetic Ester 或 Cyanoacetic Ester 等縮合之。例如

$$CH_2=CH-COOR + \begin{matrix}ROOC\\H_3COC\end{matrix}\!\!>CH-H \longrightarrow \begin{matrix}ROOC\\H_3COC\end{matrix}\!\!>CH-CH_2-CH_2-COOR$$

γ—Acetylglutaric Acid Ester

$$CH_2{=}CH{-}COOR + \begin{matrix}NC\\ROOC\end{matrix}\!>\!CH{-}H \longrightarrow \begin{matrix}NC\\ROOC\end{matrix}\!>\!CH{-}CH_2{-}CH_2{-}COOR$$

γ—Cyanoglutaric Acid Ester

於此僅寫列其縮合物，其詳確機構則一如前述者。

(2) Crotonic Acid 與 Malonic Ester 起 Michael Condensation 時，其生成物如次，有關其詳細情形當在 (9) 中詳予討論之。

$$CH_3{-}CH{=}CH{-}COOR + \begin{matrix}ROOC\\ROOC\end{matrix}\!>\!CH{-}H \longrightarrow \begin{matrix}ROOC\\ROOC\end{matrix}\!>\!CH{-}CH(CH_3){-}CH_2{-}COOR$$

$$\downarrow$$

$$HOOC{-}CH_2{-}CH(CH_3){-}CH_2{-}COOH$$

β—Methylglutaric Acid

(3) 再 Crotonic Acid 同樣可與 Acetoacetic Ester 起 Michael Condensation 但反應更進行而起分子內酯縮合反應爲此生成物稍有不同。

$$CH_3{-}CH{=}CH{-}COOR + \begin{matrix}H_3COC\\ROOC\end{matrix}\!>\!CH{-}H \longrightarrow CH_3{-}\underset{\underset{CH<\begin{matrix}COCH_3\\COOR\end{matrix}}{|}}{CH}{-}CH_2{-}COOR \longrightarrow \begin{matrix}CH_3{-}CH{-}CH_2{-}CO\\ \quad| \qquad\qquad |\\ ROOC{-}CH{-}CO{-}CH_2\end{matrix}$$

Methylhydroresorcylic Acid Ester

再一般使用時最後 Alkyl Malonic Acid Ester 生成物亦常起分子內轉位，但無疑在反應之初均示有 Michael Condensation 一作用。

(4) Fumaric Acid 及 Maleic Acid 係幾何異構體 (Geometrical Isomerism) 之代表，由其構造上言亦係一種 α. β—Unsaturated Carbonyl Compound 在同等條件下亦可與具有 Active Methylene Group 之化合物起 Michael Condensation，如

$$ROOC{-}CH{=}CH{-}COOR + \begin{matrix}H_3COC\\ROOC\end{matrix}\!>\!CH{-}H \longrightarrow ROOC{-}\underset{\underset{CH<\begin{matrix}COCH_3\\COOR\end{matrix}}{|}}{CH}{-}CH_2{-}COOR$$

$$ROOC{-}CH{=}CH{-}COOR + \begin{matrix}ROOC\\C_6H_5\end{matrix}\!>\!CH{-}H \longrightarrow ROOC{-}\underset{\underset{CH(C_6H_5){-}COOR}{|}}{CH}{-}CH_2{-}COOR$$

Phenyl Acetic Acid Ester

即Fumaric Acid 及 Maleic Acid 其組態 (Configuration) 示有不同，而彼此形成同分異構物 (Isomer)，示有不同之物理性質。但起 Michael Condensation 後，猶似上式，將不飽和性之双鍵解消，爲此二者均生成同一種化合物，亦即二者之化學性質堪稱係雷同者。

(5) 有關 Cinnamic Acid 者，可舉例說明之如下：

$$C_6H_5{-}CH{=}CH{-}COOR + \begin{matrix}ROOC\\ROOC\end{matrix}\!>\!CH{-}H \longrightarrow C_6H_5{-}\underset{\underset{CH<\begin{matrix}COOR\\COOR\end{matrix}}{|}}{CH}{-}CH_2{-}COOR \longrightarrow HOOC{-}CH_2{-}\underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH}{-}CH_2{-}COOH$$

β—Phenylglutar Acid

$$C_6H_5{-}CH{=}CH{-}COOR + \begin{matrix}ROOC\\H_3COC\end{matrix}\!>\!CH{-}H \longrightarrow C_6H_5{-}\underset{\underset{CH<\begin{matrix}COOR\\COCH_3\end{matrix}}{|}}{CH}{-}CH_2{-}COOR$$

α—Acetyl—β—Phenyl glutaric acid Ester

但在 Sodium Alcoholate 中反應不止於此階段，最後可形成環狀化合物。

$$\xrightarrow{NaOR} C_6H_5-CH-CH_2,\ ROOC-CH\quad CO,\ CO-CH_2 \xrightarrow[\text{Decarboxylation}]{\text{Saponification}} C_6H_5-CH\langle{CH_2-CO \atop CH_2-CO}\rangle CH_2$$

Phenylhydroresorcylic Acid Ester　　Phenylhydroresorcin

(6) 在不飽和脂肪族酮類中，其能示有 Michael Condensation 者，其實例甚少，但在不飽和芳香族酮類中則頗多例如：

(a) PhenylvinylKetone 與 Acetcacetic Acid Ester 起 Michael Condensation 時

$$C_6H_5-CO-CH=CH_2+H-CH(COOR)-COCH_3 \longrightarrow C_6H_5-CO-CH_2-CH_2-CH(COOR)-COCH_3$$

$$\longrightarrow C_6H_5-C(OH)-CH_2-CH_2,\ CH_2-CO-CH-COOR \longrightarrow C_6H_5-C-CH_2-CH_2,\ \overset{\|}{C}H-CO-CH_2$$

Phenylcyclohexenone

(b) Benzal acetone與 Malonic Ester 起 Michael Condensation 時

$$C_6H_5-CH=CH-CO\cdot CH_3 + {ROOC \atop ROOC}\rangle CH-H \longrightarrow C_6H_5-CH(CH\langle{COOR \atop COOR})-CH_2-CO\cdot CH_3$$

$$\xrightarrow[\text{酯縮合反應}]{\text{分子內再起}} C_6H_5-CH-CH_2-CO,\ ROOC-CH-CO-CH_2$$

Phenylhydroresorcylic Acid Ester 與 (5) 中生成物相同。

Dibenzal acetone ($C_6H_5-CH=CH-CO-CH=CH-C_5H_5$) 由其分子式以觀，可知其可有二分子之 Malonic Ester 加成之。

(c) Benzal acetophenone 亦可與 Malonic Ester 及 Acetoacetic Ester 起縮合，其機構均係同一者，生成物亦頗類似。

$$C_6H_5-CH=CH-CO-C_6H_5 + {ROOC \atop ROOC}\rangle CH-H \longrightarrow C_6H_5-CH(CH\langle{COOR \atop COOR})-CH_2-CO-C_6H_5$$

$$C_6H_5-CH=CH-CO-C_6H_5 + {H_3COC \atop ROOC}\rangle CH-H \longrightarrow C_6H_5-CH(CH\langle{COCH_3 \atop COOR})-CH_2-CO-C_6H_5$$

(7) 若以 Cyanoacetic Acid Ester 之鈉化物〔$CN-CH(Na)-COOR$ 係 $CN-CH_2COOR$ 一含有 $-CH_2-$ 之衍生物〕與α —Methylacrylic Acid Ester〔$CH_2=C(CH_3)-COOR$ 係 $CH_2=CH-COOR$—α, β—Unsaturated Carbonyl Compound 之衍生物〕作用時，則應如下式起 Michael Condensation

$$CH_2=C(CH_3)-COOR + {NC \atop ROOC}\rangle CH-Na \longrightarrow CH_2-C(CH_3)(Na)-COOR,\ HC\langle{COOR \atop CN} \xrightarrow[\text{Alkylation}]{\text{以}CH_3I\text{行}} CH_2-C(CH_3)_2-COOR,\ CH\langle{COOR \atop CN}$$

α, α'—Dimethyl—γ—Cyano—Glutaric Acid Ester

但實際所得者，則爲 α,γ—Dimethyl—γ—Cyanoglutaric Acid Ester，根據 Thorp 之解說則係由於 Sodium Cyano Acetic Acid Ester 在反應中以 Enol 型參與反應所致。

$$CN-C(H)(Na)-C(=O)-OR \rightleftharpoons CN-C(H)=C(ONa)-OR$$

Keto-form　　　Enol-form

即在 Enol-form 中以H及 $-C(CN)=C\langle^{ONa}_{OR}$ 分別與 α,β—Unsaturated Carbonyl Compound 中之α—炭原子及β—炭原子起加成

$$CH_2=C\langle^{COOR}_{CH_3}$$

α—Methylacrylic Acid Ester

$$+\quad H-C(CN)=C\langle^{ONa}_{OR} \longrightarrow CH_2-CH\langle^{COOR}_{CH_3},\ \ C(CN)=C\langle^{ONa}_{OR} \xrightarrow{HCl(aq)} CH_2-CH\langle^{COOR}_{CH_3},\ \ C(CN)=C\langle^{OH}_{OR} \xrightarrow{\text{rearrangement}}$$

Cyano Acetic Acid Ester (Enol-form)

$$CH_2-CH\langle^{COOR}_{CH_3},\ \ CH(CN)-C\langle^{O}_{OR} \xrightarrow[\text{Alkylation}]{\text{以 } CH_3I \text{ 行}} CH_2-CH\langle^{COOR}_{CH_3},\ \ H_3C-C(CN)-COOR$$

α, γ—Dimethyl—γ—Cyano—Glutaric Acid Ester

(8) 再β, β′—Dimethylacrylic Acid Ester 與 Cyanopropionic Acid Ester 起 Michael Condensaton 時猶似下式 Methyl Group 起移動而得 α. β. β′—Trimethyl Glutaric Acid，其理由亦可想像 Cyanopropionic Acid Ester 亦形成 Enol 型化合物而以 CH_3及 $-C(CN)=C\langle^{ONa}_{OR}$ 個別結合於α—炭原子及β—炭原子上使然。

$$(H_3C)_2C=CH-COOR$$

β, β′—Dimethylacrylic Acid Ester

$$+\quad CH_3-C(CN)=C\langle^{ONa}_{OR} \longrightarrow (H_3C)_2C(-C(CN)=C\langle^{ONa}_{OR})-CH(CH_3)-COOR \xrightarrow{\text{Saponification}}$$

Cyanopropionic Acid Ester (Enol-form)

$$(H_3C)_2C(-CH(CN)-COOH)-CH(CH_3)-COOH \xrightarrow{\text{Decarboxylation}} (H_3C)_2C(-CH_2-CN)-CH(CH_3)-COOH \xrightarrow{\text{Hydrolysis}} (H_3C)_2C(-CH_2-COOH)-CH(CH_3)-COOH$$

α, β, β′—Trimethylglutaric Acid

(9) Crotonic Acid Ester 當在金屬鈉存在下與 Malonic Acid Ester反應時，猶似 (2) 中所示，但處理方法稍異時，最後應得

$$CH_3-CH=CH-COOR + (ROOC)_2CH-Na \longrightarrow CH_3-CH(-CH\langle^{COOR}_{COOR})-CH(Na)-COOR \xrightarrow[(CH_3I)]{\text{Alkylation}} CH_3-CH(-CH\langle^{COOR}_{COOR})-CH(CH_3)-COOR$$

α, β—Dimethyl—γ—Carboxy glutaric Acid Ester

但實際上經同樣方式處理時，其產物常爲 β，γ—Dimethyl—γ— Carboxyglutaric Acid Ester 即烷化時該烷基結合之位置常示有不同，其理由亦可解釋爲由於 Malonic Acid Ester 以 Enol- 型參與反應所致。

$$CH_3-CH=CH-COOR + ROOC-\overset{|}{C}-H\,(=C\langle^{ONa}_{OR}) \longrightarrow CH_3-CH-CH_2-COOR,\ ROOC-C(=C\langle^{ONa}_{OR}) \xrightarrow[(CH_3I)]{Alkylation} CH_3-CH-CH_2-COOR,\ ROOC-C(-CH_3)(COOR)$$

β，γ—Dimethyl—γ— Carboxy glutaric Acid Ester

上述α，β Dimethyl—γ— Carboxyglutaric Acid Ester及β，γ—Dimethyl—γ— Carboxy glutaric Acid Ester 之生成 Michael 本人亦曾予以研究，即在 Crotonic Acid Ester 與 Methyl Malonic Acid Ester 起縮合時當使用一當量之 Sodium Ethyl Alcoholate 時則生成α，β—Dimethyl—γ— Carboxyglutaric Acid Ester 即 Methyl Malonic Acid Ester 在反應中以 Keto-型（$CH_3-CH\langle^{COOR}_{COOR}$）參與反應。

$$CH_3-CH=CH-COOR \;\vdots\; CH_3,\ CH\langle^{COOR}_{COOR} \longrightarrow$$ α，β—Dimethyl—γ— Carboxyglutaric Acid Ester

而在該縮合反應中，當使用 1/6 當量之 Sodium Ethyl Alcoholate 時則生成β，γ—Dimethyl—γ— Carboxyglutaric Acid Estet，即Methyl Malonic Acid Ester 在反應中以 Enol-型（$^{HO}_{RO}\rangle C=\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}-C\langle^{O}_{OR}$）參與反應。

$$CH_3-CH=CH-COOR \;\vdots\; H,\ ROOC-C(-CH_3)(COOR) \longrightarrow$$ β，γ—Dimethyl—γ— Carboxyglutaric Acid Ester

在反應中金屬鈉之作用祇是相當於烷化（Alkylation）時之一墊脚石，爲此其量之多少可操縱反應之性質進而支配生成物乃係不可想像者。而此類反應進一步之研究尚付闕如，爲此 Michael 本人之此項反應研究難稱係決定性之說明。再 Keto-form 及 Enol-form 之存量及作用性等所予反應之影響自當亦在考慮之列；至詳情則有待進一步之實驗予以證實之。

（10） 最後 Benzalaniline 及 Cyanoacetic Acid Ester 亦可起 Michael Condensation

$$C_6H_5-CH=N-C_6H_5 + CH_2\langle^{CN}_{COOR} \longrightarrow C_6H_5-\underset{|}{CH}-NH-C_6H_5,\ CH\langle^{CN}_{COOR}$$

嚴密言來二者均非 α，β—Unsaturated Carbonyl Compound 及具有 Active methylene group 之化合物（因一CH_2一並非挾於二 Carbonyl 基間），但如利用本篇中舉列之反應機構則可予以完滿說明之。

參 考 冊 籍

G.E.K. Branch:
Melvin Calvin: The Theory of Organic Chemistry.

Fuson: Advanced Organic Chemistry.

Fieser & Fieser: Organic Chemistry.

Hermans: Theoretical Organic Chemistry.

Ingold: Structure and Mechanism in Organic Chemistry.

Wheland: The Theory of Resonance and Its Application to Organic Chemistry.

小方芳郎：有機化學反應論

日文版：Organic Syntheses

英 文 摘 要

THE MECHANISM OF THE MICHAEL CONDENSATION AND DISCUSSION OF HOW ITS APPLICATION MAY BE EXTENDED

Summary

by

C. L. Kuh

Malonic acid ester ($ROOC—CH_2—COOR$) and acetoacetic acid ester ($CH_3CO—CH_2—COOR$) are similar in structure and principal parts, an hence are similar in chemical properties and reactions.

$$\begin{array}{ll} RO—\vdots—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—CH_2—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—OR\vdots & \text{Malonic Ester} \\ CH_3—\vdots—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—CH_2—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—OR\vdots & \text{Acetoacetic Ester} \\ \quad\text{same part} & \end{array}$$

Both have an active methylene group and therefore in the presence of sodium ethoxide we may replace one or two of the hydrogen atoms by alkyl groups. After alkylation the resultant compounds may be cleaved either by acid or alkaline hydrolysis. Whole series of compounds can be prepared from these ester by the well-known organic chemical reactions termed the Malonic Ester Synthesis and the Acetoacetic Ester Synthesis.

Michael used these syntheses to bring about condensation of the above ester with $\alpha\beta$—unsaturated acid esters to prepare many saturated compounds. This type of reaction is known in organic chemistry as the Michael Condensation. Its mechanism, however, is based on the active methylene group and hence the types of reactions in which it is used have a narrow range. Using the electronic theory we can give the following explanation of its mechanism. In all $\alpha\beta$—unsaturated carbonyl compounds, the β—carbon atom in the molecule shows resonance,

$$>C=\underset{(\beta)}{\overset{|}{C}}—\underset{(\alpha)}{\overset{|}{C}}=O \longleftrightarrow >\overset{(+)}{C}—\overset{|}{C}=\overset{|}{C}—\overset{(-)}{C}$$

a Carbonium ion (C^+) being formed. This means that nucleophilic reagents may add to this Carbonium ion. Therefore we can use the mechanism to extend the range of reactions in which the Michael Condensation may be used. In this report it is our purpose to explain why α, β—Unsaturated Carbonyl compounds can condense in the presence of metallic sodium with malonie acid ester, acetoacetic acid ester and cyanoacetic acid ester, etc.

In this report we also point out that the following expression shows the conjugated state

$$\underset{(4)}{>C}=\underset{(3)}{\overset{|}{C}}—\underset{(2)}{\overset{|}{C}}=\underset{(1)}{O} \longleftrightarrow >\overset{+}{C}—\underset{(3)}{\overset{|}{C}}=\underset{(2)}{\overset{|}{C}}—\bar{O}$$

Usually in the conjugated state 1,4-addition is observed. However in the Michael Condensation 3,4-addition takes place instead. (See p.3) Hence we can point out

3,4-addition as a characteristic property of the Miehael Condensation. Using the above reaction mechanism, we shal discuss ten kinds of reaction.

In general when the compound has an active methylene group in its molecule, there always exist a keto-and enol-form, as

$$\begin{array}{ccc} C\begin{smallmatrix}\nearrow O \\ \searrow OR\end{smallmatrix} & & C\begin{smallmatrix}\nearrow OH \\ \searrow OR\end{smallmatrix} \\ | & & \| \\ CH_2 & \longleftrightarrow & CH \\ | & & | \\ COOR & & COOR \\ \text{keto-form} & & \text{enol-form} \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} C\begin{smallmatrix}\nearrow O \\ \searrow CH_3\end{smallmatrix} & & C\begin{smallmatrix}\nearrow OH \\ \searrow OR\end{smallmatrix} \\ | & & \| \\ CH_2 & \longleftrightarrow & CH \\ | & & | \\ COOR & & COOR \\ \text{keto-form} & & \text{enol-form} \end{array}$$

Malonic Ester Acetoacetic Ester

In this reaction there are two forms but we do not know very well which form will be the reactive one. We shall be able to draw a conclusion only after we have made progress in our investigation.

Finally in this report we shall take as an example the Michael Condensation of benzal anillne with cyancacetic acid ester.

$$\begin{array}{c} C_6H_5-CH=N-C_6H_5 \\ + \\ CH_2\begin{smallmatrix}\nearrow CN \\ \searrow COOR\end{smallmatrix} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} C_6H_5-CH-NH-C_6H_5 \\ | \\ CH\begin{smallmatrix}\nearrow CN \\ \searrow COOR\end{smallmatrix} \end{array}$$

Precisely speaking neither one of these is a $\alpha.\beta$—unsaturated carbonyl compound and neither one contains an active methylene group (as CH_2 situated between CN and COOR but not in two carbonyl group), but using the above mechanism we can explain this as an example of Michael Condensation satisfactorily.

DIHYDRAZIDE OF MALONIC ACID AS A REAGENT FOR THE IDENTIFICATION OF ALDEHYDES AND KETONES

by

Li-yuan Liu

Introduction :

The use of phenylhydrazone and semicarbazones as characteristic derivatives for the identification of aldehydes and ketones is well known. Most of these derivatives possess sharp melting points and good crystal forms. The only defect is that the melting points of hydiazones of aliphatic aldehydes from C_2 to Clo are very near. I have made thorough investigations on new reagents with the aim of improving this defect. The following deta is obtained from one of these new reagents proposed.

The dihydrazide of malonic acid was first prepared by Curtius. As a reagent, it has not been studied. We have prepared this dihydrazide in our laboratory by condensing diethyl malonate with hydrazine hydrate. A large number of aldehydes and ketones was tested with the reagent and the following facts were established:

(1) The reagent, the dihydrazide of malonic acid is much more soluble in water or ethyl alcohol than the higher or lower homologus from oxalic acid or succinic acid. Water is a suitable solvent for carrying out the condensation.

(2) The condensation products, the hydrazones, are also comparatively much more soluble and hence a larger amount of the reagent is need for the condensation in order to obtain enough amount of derivative for study of its physical properties and for analysis.

(3) The derivatives are good crystals with sharp melting points.

Experimental Part :

(A) Preparation of Reagents:

(a) Preparation of Absolute Ethyl Alcohol:

1 kg of unslaked lime, one liter of 95% ethyl alcohol and 10g. of sodium hydroxide were mixed together in a copper flask which was tightly stoppered with a cork bearing a calciun chloride tube. The mixture was allowed to stand for four hours and then refluxed over a small free flame for eight hours. After this. the absolute ethyl alcohel was distilled out over a very small flame with much precautions for the preventing of the moisture. The yield was 90% to the theoretical.

(b) Preparation of Di-Ethyl Malonate:

200cc of the absolute ethyl alcohol and 50g of malonic acid were mixed toge-

ther in a 500cc round bottomed flask. 2g of concentrated sulfuric acid were added. The mixture was refluxed on a water bath for two hours. Then the excess of ethyl alcohol was distilled out. The residue was washed with ice cold water and 50% sodium bicarbonate solution succesfully till free from acid, then washed with water, dried with calcium chloride and filtered. The di-ethyl malonate was distilled out under reduced pressure. The yield was about 86% of the theoretical.

(c) Preparation of Hydrazine Hydrate:

In a 750c.c. copper flask fitted with a cork stopper holding a reflux condenser there were placed 100g of hydrazine sulfate and 50g of sodium hydroxide. through the condenser 37.5cc of water were added gradually. The reaction became quite vigorous and care should be taken that vapor escaped from the condenser.

After all the water had been added the mixture was refluxed for one and a half hours.

The condenser was then removed and set downward for distillation. The flask was heated with a free flame and the product was distilled. It is necessary to heat the flask quite strongly toward the end in order to drive over the last of the hydrazine hydrate.

$$\begin{matrix} NH_2 \\ | \\ NH_2 \end{matrix} \cdot H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow \begin{matrix} NH_2 \\ | \\ NH_2 \end{matrix} \cdot H_2O + H_2O + Na_2SO_4$$

(d) Preporation of Di-Hydrazide of Malonic Acid:

In a 500c.c. round battomed flask 12.5cc of 40% solution of hydrazine hydrate and 120cc absolute ethyl alcohol were mixed. 7.8g of di-ethyl malonate was added gradually, Then that was refluxed on a water bath for six hours, after cooling the white precipitate of di-hydrazide of malonic acid was filtered off with suction and washed with water. It was recrystallized with boiling water.

(B) Physical Properties of Reagents:

(a) Absolute Ethyl Alcohol: B.P. 78.5°C. D. 0.79258 (at 25°C.) colorless liquid.

(b) Malonic Acid: Large white triclinic plates, M.P. 133-134°C.

(c) Di-Ethyl Malonate: Colorless liquid B.P. 197.7-198.2°C. Sp. gr. 1.06104 (at 15°C), 1.05284 (at 25°C) M.P. -49.8°C.

(d) Di-Hydrazide of Malonic Acid: White needles M.P. 154°C.

(C) Identification of Aldehydes and Ketones:

The dihydrazide and the aldehydes and the ketones to be tested were dissolved in 5-10cc of distiled water, in the presence of few drop of glacil acetic acid as a catalyst. The mixture was refluxed on a sand bath for 15-20 minutes, after cooling, the crystalline hydrazones came out. It was sucked to dryness and the physical properties of the crude product were determined. It was recrystalized from

a suitable solvent. The physical properties of the purified product were determined.

Table 1. Physical. Properties of Malonyl Hydrazones.

Name of carbonyl compound.	Melting point (°C)	Crystal form	Recrystallized from.
Formaldehyde	230-232	Plate	Water
Acetaldehyde	215 Decp.	Prism	Water
n-Butyraldehyde	208-210	Plate	Water
iso-Butyraldehyde	Above 300	Needle	Water
Levulinic acid	262 Decp.	Plate	Water
Methyl-levulinate	265 Decp.	Needle	Water
Ethyl-levulinate	277 Decp.	Prism	Water
Benzaldehyde	195-197	Needle	Water
Acetone	255 Decp.	Prism	Water
1,2-Dihydroxylanthraquinone	271-274	Needle	Water
Picric acid	160 Decp.	Needle	Water
Salicylaldehyde	236-238	Needle	Water
p-Hydroxylbenzaldehyde	188-190	Plate	Water
p-Methylbenzaldehyde	214-216	Prism	Water
p-Bromobenzaldehyde	130 Decp.	Prism	Water
Diphenyldiketone	132-133	Needle	Water
Anthraquinone	260 Decp.	Needle	Water
Diphenylketone	110 Decp.	Prism	Water
Benzoin	129-132	Plate	Water
o-Benzoylbenzoic acid	171 Decp.	Prism	Water

(D) Analysis of Nitrogen Content of Hydrazone by Jameison's Method:

(1) Preparation of Standard KIO_3 Soluton:

3.567g KIO_3 was dissolved in water and diluted to one liter. This N/10 solution was then standardized against recrystallized 100% pure hydrazine sulfate. An amount of water was then added, such that $1cm^3$ of this standard solution was equivalent to 0.5mg of hydrazine.

(2) Titration:

About 200mg of hydrazone was exactly weighed out and was put in 4cc of distilled water in a beaker. Then 12cc of concentrated hydrochloric acid was added. With constent stering. The mixture was warmed on a sand bath below the melting point until all the hydrazone was dissolved. The solution was transfered into a glass stoppered 250cc battle and cooled. Then 15cc of chloroform or carbon tetrachloride was added. The mixture was titrated with standardized potassium iodate solution. The final end point was recorded by the disappearence of the pink color in the chloroform layer. The volume of the potassium iodate used was noted and the hydrazine nitrogen content of the hydrazone was calculated. The furfural der-

ivative was failed in the titration.

Table 11. Analysis of Hydrazones.

Name of carbonyl compound.	Formula of hydrazone.	Subs. (mg.)	KIO_3 soln. used (cc.)	N (%)	
				found	calc.
Formaldehyde	$C_5H_8N_4O_2$	50.2	41.10	35.80	35.90
Acetaldehyde	$C_7H_{12}N_4O_2$	50.0	33.40	30.20	30.40
n-Butyraldehyde	$C_{11}H_{20}N_4O_2$	51.4	27.00	23.00	23.30
iso-Butyraldehyde	〃	51.2	27.10	23.00	23.30
Levulinic acid	$C_{13}H_{20}N_4O_6$	50.9	19.80	17.00	17.10
Methyl-levulinate	$C_{15}H_{24}N_4O_6$	52.2	18.60	15.60	15.75
Ethyl-levulinate	$C_{17}H_{28}N_4O_6$	52.4	17.40	14.50	14.60
Benzaldehyde	$C_{17}H_{16}N_4O_2$	51.0	21.20	18.20	18.20
Acetone	$C_9H_{16}N_4O_2$	52.1	31.20	26.20	26.40
1,2-Dihydroxylanthraquinone	$C_{17}H_{12}N_4O_4$	50.0	19.00	16.60	16.70
Picric acid	$C_9H_8N_7O_8$	50.2	18.80	16.40	16.40
Salicyaldehyde	$C_{17}H_{16}N_4O_4$	50.6	19.00	16.40	16.45
p-Hydroxylbenzaldehyde	〃	50.0	18.60	16.30	16.45
p-Methylbenzaldehyde	$C_{19}H_{20}N_4O_2$	51.2	19.45	16.60	16.70
p-Bromobenzaldehyde	$C_{17}H_{14}NnO_2Br_2$	50.6	13.50	11.70	12.00
Diphenyldiketone	$C_{17}H_{14}N_4O_2$	52.2	21.80	18.30	18.30
Anthraquinone	$C_{17}H_{16}N_4O_2$	51.8	21.50	18.00	18.20
Diphenylketone	$C_{29}H_{24}N_4O_2$	50.5	13.80	12.00	12.20
Benzoin	$C_{31}H_{28}N_4O_4$	50.4	12.40	10.75	10.80
O-benzoyl benzoic acid	$C_{13}H_{24}N_4O_6$	51.6	11.90	10.10	10.20

Notes:

(1) The di-hydrazide of malonic acid is very more soluble in water then that in ethyl alcohol.

(2) The malonyl hydrazones are nearly all soluble in ethyl alcchol and the solubility is very high, Therefore the ethyl alcohol is not a good solvent for the preporation or recrystallization of these hydrazones.

(3) The solubility of malonyl hydrazones in water are generally smallar than that in ethyl alcohol. Therefore water is a suitable solvent.

Summary: The use of di-hydrazide of malonic acid as a reagent for the identification of aldehydes and ketones is thorough investigated.

LITERATURE CITED:

(1) Beilstein "Handbuch Der Organisen Chemie" Bd 11.

(2) "J. Chem. Soc. Abs." p.756-757 (1908).

(3) Berichte "Der Deutschen Chemischen Gesellschaft" Vol. 39 p. 3373.

(4) Gilman "Organic Synthesis" Vol. 1. p. 302.

(5) Vanino "Präparative Chemie" Bd. 1. p. 141.

(6) J. W. Mellor "A Comprehensive Theaties on Inorganic and Theoretical Chemistry "Vol. Vlll p. 310.
(7) J. Chem. Soc. Trans. Vol. 1. p. 235. (1909.)
(8) Chem. Abs. Vol. 9. p. 2895. (1915.)
(9) Schriner and Fuson "Identification of Organic Compounds".
(10) Kamm "Qualitative Organic Analysis".
(11) Clark "Handbook of Organic Analysis.
(12) Smith and Wheat "Iaentification of Aldehydes and Ketones by Estimation of Hydrazide Nitrogen According to Jamieson's Method". Ind. Erg. Chem. and Edu. 11 200-201.
(13) Paul Karrer "Organic Chemistry".
(14) Gilmam "Organic chemistry".
(15) Fisser and Fisser "Organic chemistry"
(16) 秦道堅：有機化學（上下冊）
(17) 國立編譯館：化學命名原則（增訂本）。

中 文 摘 要

以丙二酸二肼為試劑驗證醛與酮

劉 理 遠

(一) 本試劑與二十種羰基化合物縮合所成之腙類皆有良好之結晶形，且多具銳敏之融點，尤其與低分子量之醛與酮所成之腙類，足以補救苯腙及縮氨脲等腙類，融點相近之缺點。

(二) 丙二酸二肼比其上下之同系酸（自草酸至琥珀酸）肼皆易溶於水及乙醇，且其在水內之溶解度比在乙醇內爲大故水爲其縮合時之良好溶劑。

(三) 縮合產物（腙—hydrazones）亦比較易於溶解，故爲容易得到足量衍生物以便於研究其物理性質及分析起見，縮合時須用大量之試劑。

(四) 丙二醯腙類，在乙醇內之溶解度皆甚大，故於製備此等腙類或重結晶時皆不宜用乙醇爲溶劑。

(五) 丙乙醯腙類在水內之溶解度一般較在乙醇內爲小，故水爲其適當之溶劑。

本學報第一輯目錄

本學報第二輯目錄

本學報第三輯目錄

本學報第四輯目錄

本學報第五輯目錄

本學報第六輯目錄

本學報第七輯目錄

編後記 ·編者·

一、本學報自創刊迄今，已進入第八年，以學校預算未列印刷專款，致常因經費困難無法按照規定日期出版，本輯係由國家長期發展科學委員會補助付印，特此謹誌謝忱。

二、本輯論文排列次序，係按照下列兩項原則決定：(一)依照作者所屬學系成立先後次序；農藝、森林、農化、植病、農經、園藝、農教、植物、化學、畜牧、及昆虫依次排列。(二)依照作者職位等級：教授、副教授、講師、助教等次序排列，其同級者則以兼有職務或姓氏筆劃較簡者為先後次序。

三 排校匆促 錯誤難免，尚希讀者不吝指教。

農林學報

第八期

中華民國四十八年十二月一日出版

主編者：臺灣省立農學院出版委員會

發行者：臺灣省立農學院

總經售：臺灣省立農學院員工福利社

臺中市國光路250號

印刷者：長光堂印書局

地址：臺中市中區三民路二段二十號

電話：四六二七號

(每冊售價　元正)